



Le lien à l'animal permet-il une récupération sociale et cognitive chez l'enfant avec autisme?

Marine Grandgeorge

► To cite this version:

Marine Grandgeorge. Le lien à l'animal permet-il une récupération sociale et cognitive chez l'enfant avec autisme?. Psychologie. Université Rennes 2, 2010. Français. NNT: . tel-00683219

HAL Id: tel-00683219

<https://theses.hal.science/tel-00683219>

Submitted on 28 Mar 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



THESE / Université de Rennes 2

sous le sceau de l'Université européenne de Bretagne

pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE RENNES 2

Mention psychologie du développement

Ecole doctorale Sciences Humaines et Sociales

présentée par

Marine GRANDGEORGE

Préparée à l'UMR 6552 / Laboratoire
d'éthologie animale et humaine /
Université de Rennes 1

Le lien à l'animal
permet-il une récupération
sociale et cognitive
chez l'enfant avec autisme?

Thèse soutenue le 22 novembre 2010
devant le jury composé de :

Jean-Emile GOMBERT

Professeur, Université de Rennes 2 / *Président*

Diane POULIN-DUBOIS

Professeur, Université Concordia, Canada / *Rapporteur*

Marek SPINKA

Professeur, Institut des Sciences animale, Université de
Prague, République Tchèque / *Rapporteur*

Jacques DAYAN

Praticien hospitalier, CHU Caen / *examineur*

Michel DELEAU

Directeur de thèse

Martine HAUSBERGER

Co-directrice de thèse

Sylvie TORDJMAN

Co-directrice de thèse

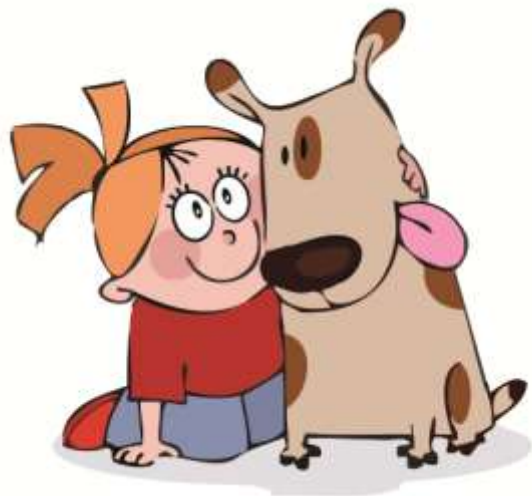
"But if you tame me, then we shall need each other.

To me, you will be unique in all the world.

To you, I shall be unique in all the world...

You become responsible, forever, for what you have tamed."

Le Petit Prince (Antoine de Saint-Exupéry)



*"Entre Ce que je pense,
Ce que je veux dire,
Ce que je crois dire,
Ce que je dis,
Ce que vous avez envie d'entendre,
Ce que vous entendez,
Ce que vous comprenez...
Il y a dix possibilités qu'on ait des difficultés à communiquer.
Mais essayons quand même..."*

Bernard Werber

En premier lieu, je tiens à remercier l'ensemble des membres de mon jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail de doctorat. Je remercie chaleureusement le Pr Jean-Emile Gombert d'avoir accepté de présider mon jury.

Je souhaite remercier mes trois co-directeurs pour l'ensemble des savoirs qu'ils ont su me transmettre autour de discussions passionnantes et passionnées qui ont alimenté ma réflexion tout au long de ce doctorat. Je tiens à remercier Sylvie Tordjman pour l'ensemble des connaissances et la prise de recul qu'elle a pu m'apporter tout au long de ce projet. Je remercie Michel Deleau pour son optimisme contagieux et son savoir aussi immense que sa gentillesse. J'adresse ma reconnaissance et mon respect à Martine Hausberger pour tout ce qu'elle m'a transmis, pour le temps qu'elle m'a consacré, pour son soutien et sa confiance tout au long de ce projet. Je la remercie également de m'avoir accueillie au sein du laboratoire d'éthologie animale et humaine où chacun de ses membres, à sa façon, m'a fait bénéficier d'un soutien logistique ou humain. Un merci tout particulier à Ann Cloarec pour les corrections d'anglais et le temps qu'elle a passé sur mes articles, Véronique Bigand pour son talent informatique et à Yannig Bourreau pour son aide précieuse et son travail de qualité tout au long de cette dernière année.

Quand j'étais petite, j'adorais l'histoire de Cendrillon et surtout le moment où les petites souris réparaient sa robe. Sans Jack, Gus, Perla et les autres, Cendrillon n'aurait pas pu se rendre au bal et donc connaître le Prince. Moi aussi j'ai eu ma petite souris qui a raccommodé, cherché les solutions, devancé mes besoins toujours avec le sourire pour m'aider à avancer dans mon travail et arriver au bal de la soutenance sans heurts. Une énorme reconnaissance à Sylvie Dufresne, dont la discrétion est à la hauteur du talent qu'elle a pour accompagner les doctorants au quotidien. Grâce à elle, la vie est plus facile...surtout à distance. J'en profite pour remercier ses acolytes successives : Rozenn, Isabelle et Anne qui ont, elles aussi, été des super souris ! Tout comme l'ensemble du staff technique du laboratoire Ethos, Fouad, les Christophe"s", Christine, et les autres...

Certaines personnes ont énormément contribué à la réalisation de ce travail. Je pense en premier lieu aux membres du Centre de Ressources Autisme Bretagne : Alain Lazard, son coordonateur, Marie-Josée et sa gentillesse ainsi qu'Eric Lemonnier pour qui j'ai la plus grande gratitude pour l'ensemble des choses qu'il a faites pour moi. Je pense également à la Fondation Sommer qui a fait confiance à ce projet en le soutenant financièrement tout au long de ces 4 années. De là, je remercie aussi le GIS Cerveau, Comportement et Société et

l'ensemble de ses membres pour leur appui. Plus largement, j'ai une pensée amicale pour tout ceux qui ont participé de près ou de loin à la valorisation de mon travail : Christelle et l'Université de Neuchâtel (Suisse), Renan et l'Université d'Amiens, l'ARAPI, l'école doctorale SHS de l'Université de Rennes 2,...

Ce projet n'aurait pas pu se faire sans la participation de près de 300 familles, tout aspect confondu, qui m'ont accordé de leur temps et qui m'ont livré une partie de leur vie. Une pensée va à chacun des enfants que j'ai pu rencontrer et pour qui je porte une affection particulière. Cela va s'en dire que je reste reconnaissant à chaque animal qui a croisé ma route et qui a participé à mes observations.

Je tiens à remercier André Caro. Tout d'abord, pour ses doigts de fée car sans lui, j'aurais jeté mon ordinateur plus d'une fois, avec tout ce qu'il contenait. Et surtout, pour nos discussions animées autour du doctorat et de la gestion de projet. Si j'ai pu finir sereinement mon manuscrit, c'est en partie grâce à toi !

J'adresse également un grand merci à tous les collègues-amis: Carole, Carol, Hélène B et R, Elodie, Alice, Lucile, Marie, Florence, Vanessa, Laureline, Séverine, Clémence et tous mes collègues étudiants, doctorants et docteurs... Une pensée toute particulière va vers les associations de doctorants et de docteurs (D2R2, Nicomaque, CJC) et une partie de leurs membres désormais amis : Périg & Arnaud, Roseline & Gérald, Nolwenn, Florian, André, Cécile... (et vive l'insertion professionnelle). Et en vrac : *a look around me*, Sylvie D. et les Wampas (le meilleur des antidépresseurs), David G. qui m'a donné l'envie d'être chercheur, Aurélie V., les cochons d'Inde et leurs *pet sitters* (Charlène, Véronique, Anaëlle, Christine, Anthony), Benjamin P., Tonka (le chat le plus envahissant du monde), Anne B.T., la pharmacie du Val d'argent pour ses produits miracles, mes amis *facebookiens* qui m'ont encouragés jusqu'au bout, Nicolas G. (merci pour la confiance et la liberté que tu m'as offertes en tant qu'ATER), le projet MIAC, Tanguy P. et sa famille, Emilie, Catherine, Marie & Rebecca,... ainsi qu'à tous mes autres amis – et leurs petits bouts - des plus anciens au plus récents, qui ont accepté de me voir quelques fois disparaître malgré moi pendant ces 4 ans ...

Ce manuscrit a été illustré grâce à l'immense talent de Lysiane Maurer-Robein dont les doigts de fée avaient déjà fait rêver mon imaginaire d'enfant. Merci aussi à Sonia Huriez pour le magnifique dessin qu'elle a m'offert !

Je ne sais comment adresser ma reconnaissance au staff des dernières heures...qui se reconnaîtra !!! Ici, je tiens particulièrement à saluer la patience et les conseils de Mamour qui ont su me guider dans les méandres de la rédaction.

J'adresse également mes remerciements aux membres de ma famille et belle-famille, pour votre soutien moral et financier : mes parents et leurs conjoints respectifs, Claudine et Michel, Pépère et Mamie Mugnette, Mamie Emilienne, Mamie Francine, René, Pierrette, Benoit, Julian... Maman, Papa, je tenais aussi à vous dire tout l'amour que j'ai pour vous. Merci de m'avoir toujours poussé de l'avant, merci d'avoir cru en moi !

Enfin, à Anthony, le plus extraordinaire des hommes, pour qui je n'ai pas les mots pour exprimer ma reconnaissance et mon amour. Nos discussions jusqu'au bout de la nuit autour de nos recherches respectives m'ont ouverte à des horizons insoupçonnés. Mais surtout, sans ta patience, tes attentions, ta présence, ton aide, ton pain irlandais, tes massages, et surtout ton amour, ce travail n'aurait pas été le même. Tu es le plus beau cadeau qui m'ait été fait pendant ces quatre années. La vie s'offre à nous...

1. Introduction.....	14
1.1. Le syndrome autistique.....	16
1.1.1. Généralités.....	16
▪ Une triade de symptômes.....	16
▪ Le syndrome autistique en chiffres	17
▪ Une étiologie en discussion	18
1.1.2. Les relations interpersonnelles	20
▪ La mise en place des relations interpersonnelles	21
▪ La théorie de l'esprit dans le syndrome autistique	22
▪ Attention sociale	24
1.1.3. La communication.....	27
▪ La communication verbale.....	27
▪ Les compétences de catégorisation	27
▪ Les altérations sensorielles.....	30
1.1.4. Les comportements répétés, restreints et stéréotypés.....	31
1.2. La relation homme - animal de compagnie	33
1.2.1. Le concept d'animal chez le jeune enfant.....	34
1.2.2. Les rôles de l'animal dans le développement de l'enfant.....	35
▪ Le développement socio-émotionnel	35
▪ L'animal dans la famille	37
▪ Des nuances à apporter	38
1.2.3. Les interactions entre les enfants et les animaux familiers	39
▪ La nature des interactions	39

▪ Les facteurs influençant la relation à l'animal.....	42
1.2.4. La relation à l'animal pour les enfants avec autisme	44
▪ Attention portée à l'animal	45
▪ Interventions assistées par l'animal dans le cadre du syndrome autistique.....	48
1.3. La notion de relation : un paramètre essentiel	52
1.3.1. Des interactions à la relation	52
1.3.2. Le lien intraspécifique et ses conséquences	53
1.3.3. Le lien interspécifique et ses conséquences	55
1.4. Projet de recherche	56
1.4.1. Problématique.....	56
1.4.2. Démarche	56
2. Méthodologie générale.....	60
2.1. Les participants de la recherche.....	60
2.1.1. Les participants humains	60
▪ Les participants avec autisme	60
▪ Les participants au développement typique	61
2.1.2. Les sujets animaux	62
2.2. Les méthodes de travail utilisées	62
2.2.1. Evaluation clinique des sujets avec autisme grâce à l'outil ADI-R.....	62
2.2.2. Les interactions entre enfants et animaux familiers	64
▪ D'après la littérature	64
▪ Les questionnaires parentaux	65
▪ Les observations in situ.....	69

2.2.3.	Les interactions entre enfants et animaux non familiers	71
▪	D'après la littérature	71
▪	Choix méthodologiques	72
▪	L'espèce cochon d'Inde	73
▪	Déroulement du protocole.....	75
▪	Mesures	77
2.2.4.	Les analyses statistiques	79
3.	La sensibilité des enfants avec autisme à l'environnement social.....	81
4.	L'animal familier, partenaire pseudo social?	94
4.1.	Vers une diversité des interactions enfants-animaux familiers	94
4.2.	Le rôle des caractéristiques intrinsèques de l'animal familier	119
4.3.	Les systèmes d'interaction entre les enfants avec autisme et leur chien.....	144
4.3.1.	Dans la littérature	144
4.3.2.	Choix méthodologiques et protocole.....	145
4.4.	Conclusions	172
5.	Apports de la relation aux animaux	175
5.1.	La rencontre avec un animal non familier	176
5.1.1.	Mise en place d'une nouvelle méthodologie	176
5.1.2.	Application aux enfants avec autisme	205
5.2.	Dans les compétences des enfants avec autisme	256
5.3.	Conclusion	274
6.	Discussion générale	277
6.1.	Le syndrome autistique, de nouvelles perspectives.....	280

6.1.1.	Une question de contexte	280
6.1.2.	Une possible flexibilité.....	282
6.2.	Les relations entre l'homme et l'animal de compagnie	284
6.2.1.	L'enfant et l'animal	284
6.2.2.	La compréhension des indices émis par l'animal	287
6.2.3.	La compréhension des indices émis par l'homme	289
6.2.4.	Le rôle du parent	291
6.3.	Applications possibles dans les interventions assistées par l'animal	293
6.3.1.	De la conception à la réalisation	293
▪	Au préalable	293
▪	Au cours des interventions assistées par l'animal	295
▪	Provisoirement ou définitivement, finir une intervention assistée par l'animal ...	296
6.3.2.	La recherche et les interventions assistées par l'animal	296
▪	Améliorer la méthodologie pour l'étude des IAA	296
▪	Développement d'outils.....	297
▪	Les risques inhérents aux IAA	298
6.4.	Conclusions et perspectives.....	299
	Bibliographie	303
	Annexes	331
	Annexe 1 : Description des deux espèces incluses dans l'observation des comportements de l'enfant avec son animal familial	332
	Annexe 2 : Exemple de droit à l'image entre la doctorante et le représentant légal de l'enfant mineur participant à un protocole filmé.....	335

Annexe 3 : Article paru dans le bulletin scientifique de l'ARAPI n°25 (2010).....	336
Annexe 4 : Compte-rendu parus dans le bulletin scientifique de l'ARAPI n°24 (2009)....	341
Annexe 5 : Curriculum vitae	353
Annexe 6 : Liste des publications et des communications	355

CHAPITRE 3***ARTICLE 1***

Environmental factors influence language development in children with autism spectrum disorders.....	82
--	----

CHAPITRE 4***ARTICLE 2***

Familiar animals and children with autistic disorders: what are the characteristics of their interactions?.....	96
---	----

ARTICLE 3

Which pet for which child? A study of the relationships between children with autism and their own pets?.....	120
---	-----

ARTICLE 4

Children with autism and their dogs: how they communicate.....	147
--	-----

CHAPITRE 5***ARTICLE 5***

The Strange Animal Situation Test.....	178
--	-----

ARTICLE 6

Children with autism face with a non familiar pet: application of the Strange Animal Situation test.....	207
--	-----

ARTICLE 7

Prioritizing attention in a natural setting. What about the children with autism?.....	233
--	-----

ARTICLE 8

Pets improve social skills in children with autism. The first scientific evidence.....	258
--	-----

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

INTRODUCTION

1. Introduction

L'environnement est construit d'odeurs, de sons, de mouvements et de divers signaux. Chaque organisme - vivant dans son monde propre - va interagir avec des objets inanimés (*e.g.* plantes) ou animés (*e.g.* proie, partenaire social). La communication est classiquement définie comme un partage d'informations depuis une source impliquant l'utilisation de signaux spécialisés (Smith, 1977, cité par Thieltges, 2010). Elle se déroule entre un individu émetteur d'un signal et un ou plusieurs individus receveurs de ce signal (Smith, 1963, 1965). Phénomène multimodal (plusieurs signaux) et multicanal (les indices et les signaux peuvent être véhiculés au travers de plusieurs supports/canaux, *e.g.* visuel, tactile...), la principale fonction de la communication pour l'émetteur serait d'influencer le comportement du receveur, aboutissant ainsi à la régulation de la relation entre ces deux protagonistes (Guyomarc'h, 1995).

Bien que la communication s'établisse principalement entre deux organismes d'une même espèce, les interactions entre espèces sont nombreuses: prédation, compétition, ou encore parasitisme (Baenninger, 1995). Pour qu'une communication puisse avoir lieu entre deux espèces différentes, les organismes doivent présenter des concordances fonctionnelles entre leurs propres équipements perceptifs (von Uexküll, 1965). Les conditions nécessaires sont que leurs sens leur permettent de se percevoir mutuellement, et donc que les signaux émis puissent être interprétés *a minima*. Ainsi, parmi tous les signaux qu'une espèce va émettre, intentionnellement ou non (Watzlawick & Weakland, 2004), seuls certains seront sélectionnés comme porteurs de sens pour d'autres espèces (von Uexküll, 1965). Ces signaux peuvent devenir *signifiants* par différentes formes d'apprentissage (*i.e.* apprentissage latent, par association ou par le biais d'une interaction sociale). Par conséquent, la communication entre les différentes espèces, et donc les interactions qui en découlent, trouve ses limites dans la réception et la reconnaissance des signaux.

La communication interspécifique et les possibles liens qui en résultent peuvent se dérouler dans différentes conditions: contextes naturels (*i.e.* partage du même habitat ou d'une même ressource à une véritable relation mutuelle), contextes expérimentaux (*i.e.* création de conditions pour l'étude des capacités de communication interspécifique) et milieux domestiques (*i.e.* création de conditions exceptionnelles où des liens étroits interspécifiques homme-animal se mettent en place) (Thieltges, 2010). Autour de la relation qui peut s'établir

entre l'homme et l'animal se déclinent de nombreux pôles d'intérêts, notamment dans la construction comportementale de l'Homme. En effet, tout au long de sa vie, l'homme va se développer, de manière complexe et dynamique, selon un processus influencé à la fois par le patrimoine génétique, propre à chaque individu, par la maturation des systèmes mais aussi par les influences de l'environnement dans lequel il évolue (Hinde, 1979). L'enfance chez les mammifères - et donc chez l'homme - constitue l'étape clé où les expériences vécues sont plus susceptibles d'engendrer de grands changements comportementaux sur le long terme (Chapillon *et al.*, 2002; Henry *et al.*, 2009; Sroufe, 2005). Par conséquent, l'ensemble de l'environnement social et non social peut revêtir un rôle essentiel dans le développement individuel du jeune être humain.

Les animaux de compagnie - appartenant à notre environnement - semblent être importants pour le développement cognitif (*e.g.* Melson, 2003) et social (*e.g.* Triebenbacher, 2000) de l'enfant. Ils sont des stimuli multisensoriels, théoriquement plus prévisibles et plus faciles à décoder qu'un être humain (Redefer & Goodman, 1989). A partir des années 1960, Levinson a mené une réflexion sur le rôle potentiel des animaux de compagnie comme agents thérapeutiques (Levinson, 1962, 1970, 1971). Ainsi, la présence de l'animal auprès d'êtres humains en difficulté (*e.g.* handicaps physiques ou psychiques) pourrait jouer un rôle dans le développement, la récupération ou la compensation de compétences non révélées par leur environnement social humain (Galinon-Mélénec, 2003). Par exemple, les animaux pourraient permettre aux enfants, et plus particulièrement ceux souffrant de troubles de la communication, d'établir des liens avec eux, puis de prolonger/transférer éventuellement ces liens aux autres êtres humains (George, 1988; Katcher, 2000). La formation de liens sociaux, difficile pour les personnes souffrant de troubles autistiques (APA, American Psychiatric Association, 1994), pourrait donc être théoriquement facilitée par la présence d'un animal de compagnie. Bien que de nombreuses observations aient suggéré que les enfants avec autisme améliorent leur communication en présence d'animaux (*e.g.* chien, dauphin, cheval), force est de constater que les preuves scientifiques restent rares, voire inexistantes. Face à l'utilisation fréquente de l'animal comme médiateur pour les enfants avec autisme, la compréhension de leurs interactions et de leurs relations apparaît être une question cruciale.

Avant de développer plus précisément notre problématique et nos objectifs, il nous paraît utile dans un premier temps, de mieux définir le syndrome autistique et ses caractéristiques. Puis nous réaliserons un état des connaissances sur la relation enfant-animal de compagnie et

son impact dans le développement des enfants. Enfin, nous nous intéresserons à la notion de relation.

1.1. Le syndrome autistique

1.1.1. Généralités

- *Une triade de symptômes*

Le terme d'autisme provient du grec *autos* signifiant "soi-même". Bleuler a été le premier à l'utiliser pour décrire une perte volontaire de relation sociale avec l'environnement extérieur chez des patients schizophrènes (Bleuler, 1911). Ce terme a été repris par le psychiatre américain Kanner qui a été le premier à décrire l'autisme infantile chez 11 enfants en échec précoce (Kanner, 1943). A la différence des patients schizophrènes, ces enfants exprimaient un trouble du développement relationnel et non un retrait volontaire. De plus, ils présentaient des anomalies langagières et des altérations des interactions sociales. Ces observations restent une référence pour définir l'autisme. Dans le même temps, Asperger a décrit "des personnalités à tendance autistique" chez 4 enfants (Asperger, 1944). Bien qu'ayant des traits communs avec la cohorte de Kanner, ils diffèrent par l'absence de retard du développement cognitif (*e.g.* présence d'un langage, niveau d'efficacité intellectuelle).

Depuis ces deux descriptions (Asperger, 1944; Kanner, 1943), d'autres études ont permis une description plus fine de ce qu'est le syndrome autistique. Aujourd'hui, il est défini comme un trouble du développement apparaissant chez l'enfant avant l'âge de trois ans et caractérisé par des altérations qualitatives (1) des relations sociales et (2) de la communication verbale et non-verbale mais aussi (3) par des comportements stéréotypés et répétitifs doublés d'intérêts restreints (APA, 1994). Les déficits de la sphère sociale et de la communication, présents dans le syndrome autistique, semblent n'être que la partie observable de nombreux dysfonctionnements plus complexes et enchevêtrés. Cette **triade de dysfonctionnement**

(Wing & Gould, 1979) est considérée comme un trouble envahissant du développement¹ au même titre que le syndrome de Rett, le syndrome désintégratif de l'enfance, le syndrome d'Asperger et les troubles envahissants du développement non spécifié (APA, 1994; WHO, 1994). Chaque aspect de cette triade sera abordé plus en détail dans ce manuscrit.

Le syndrome autistique montre une grande variabilité clinique au cours du temps. Il est caractérisé par un développement atypique, c'est à dire présentant (1) des particularités non observées au cours du développement typique ou (2) un développement retardé. Le développement de chaque individu est unique, révélant une hétérogénéité, aussi bien clinique que biologique du syndrome. Il est par conséquent difficile de regrouper dans un seul et même terme des manifestations comportementales et neurologiques diverses. C'est pour cette raison que le terme de spectre du trouble autistique (*Autism Spectrum Disorder*) est aujourd'hui utilisé (Fisch, 2005). Ce spectre se caractérise par un **continuum** allant à d'une atteinte sévère avec l'expression de nombreux traits autistiques, à une atteinte plus légère avec des manifestations plus discrètes et/ou moins nombreuses, les signes cliniques étant variables en nombre et en intensité (Wing, 1988). Ceci suggère l'existence de sous-types ou sous-groupes (ou endophénotypes) au sein même du syndrome autistique.

Lors de cette recherche, nous avons travaillé avec des enfants souffrant d'autisme ou du syndrome d'Asperger afin de recouvrir l'ensemble du spectre autistique, des formes les plus sévères ou moins sévères. Nous parlerons donc de façon privilégiée de **syndrome autistique**, incluant les deux formes de diagnostic.

▪ *Le syndrome autistique en chiffres*

Aujourd'hui, la prévalence du syndrome autistique est de 1 cas pour 1000 naissances et jusqu'à 1 cas pour 160 naissances si on élargit à l'ensemble du spectre du trouble autistique (Fombonne, 2005; Newschaffer *et al.*, 2007). Depuis les dernières années, le nombre de personnes souffrant du syndrome autistique a augmenté (Newschaffer *et al.*, 2007). Il ne

¹ Groupe de troubles caractérisés par des altérations qualitatives des interactions sociales réciproques et des modalités de communication, ainsi que par un répertoire d'intérêts et d'activités restreint, stéréotypé et répétitif. Ces anomalies qualitatives constituent une caractéristique envahissante du fonctionnement du sujet, en toutes situations.

s'agirait pas d'une recrudescence de cas, mais plutôt une conséquence de l'amélioration des méthodes de diagnostic. De plus, les critères diagnostiques du DSM IV² (APA, 1994) étant moins restrictifs que ceux du DSM III (APA, 1980), la prévalence d'enfants remplissant les critères du syndrome autistique est donc plus élevée. Le *sex ratio* du syndrome est déséquilibré puisque trois à quatre garçons sont atteints pour une fille ; qui, lorsqu'elles sont touchées, le sont plus sévèrement (Newschaffer *et al.*, 2007).

Au-delà de la triade d'altérations, d'autres symptômes ainsi que des pathologies d'origine génétique sont souvent associés. Cette co-morbidité accentue l'hétérogénéité et complexifie les recherches étiologiques. Par exemple, le retard mental est souvent associé au syndrome autistique: 70% des personnes avec autisme ont aussi un retard mental (Fombonne, 2003). Par ailleurs, l'épilepsie est aussi liée: 5 à 39 % des personnes atteintes du syndrome autistique sont aussi épileptiques (Tuchman *et al.*, 2009).

▪ *Une étiologie en discussion*

Initialement, les facteurs environnementaux ont été avancés comme cause de l'apparition du syndrome autistique (*e.g.* naissance pendant une pandémie de rubéole; Chess, 1977). La théorie la plus connue est celle de la "mère réfrigérateur" où le manque d'affection maternelle entrainerait l'apparition du syndrome autistique chez l'enfant (Bettelheim, 1967). Ce n'est qu'à la fin des années 1970 que ces théories ont été remises en question. Aujourd'hui, les recherches sur les causes du syndrome autistique sont nombreuses mais aucun consensus n'a encore été atteint.

Certaines théories se fondent sur des approches psychologiques. Par exemple, la théorie d'une forme extrême du cerveau masculin (*i.e.* *extreme male brain theory*; Baron-Cohen & Hammer, 1997) s'appuie sur le fait que, de façon anecdotique, les personnes avec autisme semblent montrer une exagération des comportements masculins (Asperger, 1944). D'une part, les hommes réussissent mieux les tâches de spatialité que les femmes, tout comme les personnes atteintes du syndrome autistique (Jolliffe & Baron-Cohen, 1997). D'autre part, les

² Le DSM-IV (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 4th edition) ou le *manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*, 4^{ème} édition, est un manuel de référence international utilisé pour diagnostiquer les troubles psychiatriques.

femmes semblent exprimer plus d'empathie, de meilleures compétences sociales et un développement du langage plus rapide que les hommes, ce qui n'est pas le cas des personnes atteintes du syndrome autistique (Ruble & Martin, 1998; Rutter, 1978). Ces données, associées au *sex ratio* déséquilibré vers le genre masculin, font que le syndrome autistique pourrait être perçu comme une forme extrême de cerveau masculin incluant la notion de *continuum* où le syndrome autistique se fond dans le développement typique (Wing, 1988).

D'autres auteurs proposent des causes biologiques pour expliquer l'étiologie du syndrome autistique, notamment par le biais d'influences génétiques. En effet, un lien probable entre la génétique et le syndrome autistique a été mis en évidence grâce aux recherches sur les jumeaux monozygotes (Rimland, 1964) et sur le *sex ratio* déséquilibré (*i.e.* possible anomalie d'origine génétique touchant préférentiellement les garçons (Hughes, 2008). Avec l'amélioration des techniques, une trentaine de gènes ont été évoqués comme gènes candidats potentiels (Muhle *et al.*, 2004 pour une revue). Il existe également de nombreuses autres pistes biologiques, telles qu'un déficit des neurones miroirs (Greimel *et al.*, 2009; Martineau *et al.*, 2010), un dysfonctionnement mitochondrial (Graf *et al.*, 2000; Weissman *et al.*, 2008), des troubles immunologiques (Ashwood *et al.*, 2008) ou encore des dysfonctionnement en lien avec la sérotonine (Tordjman *et al.*, 2005; Tordjman *et al.*, 2001).

Enfin, les recherches sur les influences environnementales continuent à être explorées par certains auteurs, bien que l'importance de l'environnement ait été minimisée depuis la théorie de la "mère réfrigérateur" (Bettelheim, 1967). Une dizaine d'études portant sur l'influence de la classe sociale des parents (*i.e.* emploi et/ou niveau d'éducation) s'accorde sur le fait qu'elle ne semble pas affecter la prévalence du syndrome autistique, pas plus que l'ethnie ou le statut d'immigrant. De plus, il n'existe ni variation géographique ni socio-économique pouvant rendre compte de l'apparition du syndrome autistique (Fombonne *et al.*, 2003; Newschaffer *et al.*, 2007; pour une revue). Par contre, d'autres aspects environnementaux pourraient être en jeu. L'influence des vaccins reste controversée comme a pu le montrer le retrait récent de la revue *The Lancet* - suite à des conflits d'intérêt avec des groupes pharmaceutiques - d'une étude qui établissait un lien entre le vaccin ROR (*i.e.* Rougeole - Oreillons - Rubéole) et le syndrome autistique (Wakefield *et al.*, 1998). De plus, la période de naissance et donc les facteurs saisonniers qui pourraient influencer la prévalence du syndrome autistique (*e.g.* infections, météo, alimentation) ont souvent été étudiés mais les résultats restent trop mitigés pour tirer des conclusions fiables (Kolevzon *et al.*, 2006; Landau *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2008). D'autres facteurs environnementaux ont été explorés (*e.g.* exposition à des métaux,

privation sociale (Tanguay, 2000 pour une revue) mais là aussi, la généralisation des résultats reste impossible.

Les interactions entre les facteurs génétiques et environnementaux sont reconnus comme influençant le développement, aussi bien chez l'animal que chez l'homme (*e.g.* Hausberger *et al.*, 2004; Plomin, 2001). Cependant, ces considérations ne sont apparues que récemment dans l'étude du syndrome autistique. En effet, certains auteurs s'accordent sur la nécessité de considérer l'étiologie de ce syndrome comme multifactorielle, incluant des facteurs hérités comme non hérités (Charles *et al.*, 2008; Stefanatos, 2008). Aujourd'hui, des chercheurs proposent que des facteurs environnementaux soient des déclencheurs dans le cas d'enfants génétiquement vulnérables (*e.g.* Waldman *et al.*, 2008). Ainsi, cette liste non exhaustive révèle à quel point l'étude des causes et des facteurs en lien avec le syndrome autistique est difficile. Plus généralement, l'hétérogénéité du syndrome complexifie l'ensemble des recherches s'y intéressant.

Nous allons maintenant nous intéresser successivement aux caractéristiques de la triade des altérations du syndrome autistique : les relations interpersonnelles, la communication puis les comportements stéréotypés et restreints.

1.1.2. Les relations interpersonnelles

Un aspect fondamental de l'interaction sociale est la capacité de comprendre ce que font les autres, leurs intentions et leurs émotions en décryptant leur expression faciale, la direction de leur regard ou leurs mouvements corporels (Rizzolatti & Fabbri-Destro, 2008). L'homme peut alors extraire de ces informations dynamiques, les buts et les intentions des actions qu'il observe. Cette évaluation lui permet ainsi de comprendre le monde dans lequel il évolue, par exemple les autres êtres humains. Ainsi, comprendre les relations interpersonnelles nécessite une approche des processus cognitifs, c'est-à-dire de la façon dont l'individu perçoit, traite ou acquiert de l'information, catégorise ou se représente le monde environnant. Ici, nous nous intéresserons aussi bien à l'expression comportementale des processus qu'au fonctionnement de la théorie de l'esprit et de l'attention sociale dans le syndrome autistique.

▪ *La mise en place des relations interpersonnelles*

Différentes compétences, plus ou moins altérées dans le syndrome autistique, vont influencer la mise en place de relations interpersonnelles. Par exemple, le syndrome autistique semble regrouper différentes altérations autour des émotions, notamment dans leur production (*e.g.* Yirmiya *et al.*, 1989), leur compréhension (*e.g.* Capps *et al.*, 1992) et la réponse à celles d'autrui (*e.g.* Sigman *et al.*, 1992), qui sont susceptibles d'être un obstacle important pour le développement d'interactions et de relations sociales réussies (Travis & Sigman, 1998). Initialement, Kanner (1943) notait que les enfants avec autisme semblaient indifférents à leurs parents, inspirant la théorie, aujourd'hui délaissée, selon laquelle le syndrome autistique pourrait être une conséquence d'une perturbation de la relation d'attachement parents-enfant (Mahler, 1968). Une autre hypothèse a proposé, par la suite, un manque de motivation sociale intrinsèque qui expliquerait les comportements sociaux atypiques observés dans le syndrome autistique (Dawson *et al.*, 2005). Néanmoins, les données récentes montrent une toute autre situation. New *et al.* (2010) ont proposé une tâche de détection des changements à des enfants et des adultes avec autisme ou au développement typique. Pour cela, ils devaient indiquer l'élément modifié (*i.e.* catégorie animée - humain et animal - ou inanimée - plante et objet) dans deux versions de scènes naturelles ; voir figure 3 et partie 1.2.4. pour détail). L'âge des sujets, quelque soit leur diagnostic, a été positivement corrélé avec une meilleure détection des humains dans les images. L'attrait pour l'humain, souvent minimisé dans le syndrome autistique, semble donc devenir plus important avec l'âge. Plus largement, le biais attentionnel pour la catégorie animé montré par les sujets avec autisme questionne leur relation particulière et leur intérêt pour les objets fréquemment évoquée (*e.g.* Kanner, 1943).

En outre, les personnes avec autisme réussissent à former des relations et des attachements avec différents partenaires comme leurs parents, leurs frères et sœurs ou encore des pairs, même si ces relations sont souvent plus limitées que celles des autres enfants (Rutgers *et al.*, 2004; Travis & Sigman, 1998). Les études s'accordent sur le fait que les enfants avec autisme sont capables de développer un attachement sécurisé (*e.g.* Capps *et al.*, 1994). Cependant, il est intéressant de noter que les parents d'enfants avec autisme n'adoptent pas le même comportement que les parents d'enfants typiques. Par exemple, les parents initient plus les interactions avec des enfants avec autisme qu'avec des enfants typiques (Kasari *et al.*, 1993). Les mères d'enfants avec autisme utilisent plus de contacts physiques mais moins d'interactions verbales que les mères d'enfants typiques (Doussard-Roosevelt *et al.*, 2003). De

plus, elles approchent souvent leurs enfants avec autisme avec la même combinaison de comportements, ce qui n'est pas observé avec les mères d'enfants typiques. Enfin, les enfants avec autisme semblent s'adapter aux comportements de leurs mères puisqu'ils semblent plus réactifs aux approches utilisant une proximité physique ou utilisant des objets. Ces expressions comportementales des enfants avec autisme impliquent des processus cognitifs que nous allons maintenant aborder.

▪ ***La théorie de l'esprit dans le syndrome autistique***

La théorie de l'esprit, c'est à dire la capacité à attribuer des états mentaux à soi-même et à autrui (*e.g.* croyances, intentions; Leslie, 1994), est un des nombreux domaines dans lesquels la cognition sociale joue un rôle. Cette compétence prend corps dès l'âge de 9 mois, où l'enfant communique non verbalement pour solliciter l'obtention d'un objet ou d'un événement. Il va ensuite indiquer son propre point focal d'attention par pointage en se coordonnant avec autrui (Trevarthen & Hubley, 1978). Cette qualité triadique de l'attention conjointe implique donc la conscience de l'orientation d'une autre personne à un objet ou un événement dans le monde. Ces comportements non verbaux ont de nombreuses fonctions développementales. Ils permettent notamment aux enfants en bas âge de transmettre leurs émotions, d'établir et de maintenir des interactions sociales, et de fournir des moyens d'expression de leurs besoins et désirs (Adamson & Bakeman, 1985; Bates *et al.*, 1975). L'attention conjointe semble donc être un précurseur décisif dans le développement d'une compréhension d'autrui et pour la communication intentionnelle (Tomasello, 1995).

Dans le syndrome autistique, ces formes de communication non verbale se produisent moins fréquemment, dans une gamme limitée, ou de combinaisons moins complexes en comparaison aux enfants typiques ou avec retard mental (Stone & Caromartinez, 1990; Travis & Sigman, 1998). Des études longitudinales ont montré que les capacités d'attention conjointe sont altérées avant l'âge de deux ans, au moment où, généralement, le langage commence à se développer (Mundy *et al.*, 1990). Ainsi, les déficits d'attention conjointe sont souvent utilisés comme signe précurseur du syndrome autistique, bien avant les comportements stéréotypés par exemple (Mundy *et al.*, 1986). Ils semblent être caractéristiques des personnes avec autisme tout au long de leur vie, bien que la forme de l'altération puisse varier selon les capacités intellectuelles et le niveau de développement des individus (*e.g.* Mundy *et al.*,

1994). Par exemple, certains enfants avec autisme de haut niveau développent une forme d'attention conjointe mais ils l'utilisent souvent hors contexte (Leekam *et al.*, 1997).

De nombreuses études portant sur le syndrome autistique révèlent une théorie de l'esprit altérée tant dans l'interprétation des désirs ou des croyances d'autrui que dans l'adaptation des comportements aux émotions exprimées par les visages (Baron-Cohen, 2001). Pour illustrer cela, nous pouvons nous focaliser sur la première étude - référence aujourd'hui déclinée dans différents paradigmes expérimentaux - qui s'est intéressée à cette compétence chez des enfants avec autisme (Baron-Cohen *et al.*, 1985). Cette épreuve consiste à montrer un scénario simple à l'enfant, composé de deux poupées, Sally et Anne, ainsi que leur boîte et leur panier (Fig. 1). Sally dépose une balle dans son panier et quitte la pièce. Anne prend alors la balle dans la boîte, et la cache dans le panier, puis Sally revient dans la pièce. L'expérimentateur demande à l'enfant "Où Sally va-t-elle chercher sa balle ?". Si la question est posée à des enfants typiques de 4 ans, la réponse est claire : Sally va chercher la balle dans son panier, c'est-à-dire là où elle l'a déposé. En revanche, 80 % des enfants avec autisme de même âge mental échouent dans cette épreuve. Selon eux, Sally va chercher la balle là où elle se trouve réellement, sans prendre en compte le fait que Sally ne peut pas le savoir. Cette étude illustre les altérations précoces à accéder intuitivement aux états mentaux d'autrui tels que les croyances, les désirs ou les intentions dans le syndrome autistique. D'autres études ont par la suite corroboré ces altérations par le biais de différentes situations expérimentales (*e.g.* tests de différenciation mental-physique et de compréhension des fonctions de l'esprit, Baron-Cohen, 1989; test sur la déception, Yirmiya *et al.*, 1996; test des fausses croyances, Leekam & Perner, 1991; Ozonoff *et al.*, 1991; Baron-Cohen, 2001 pour une revue).

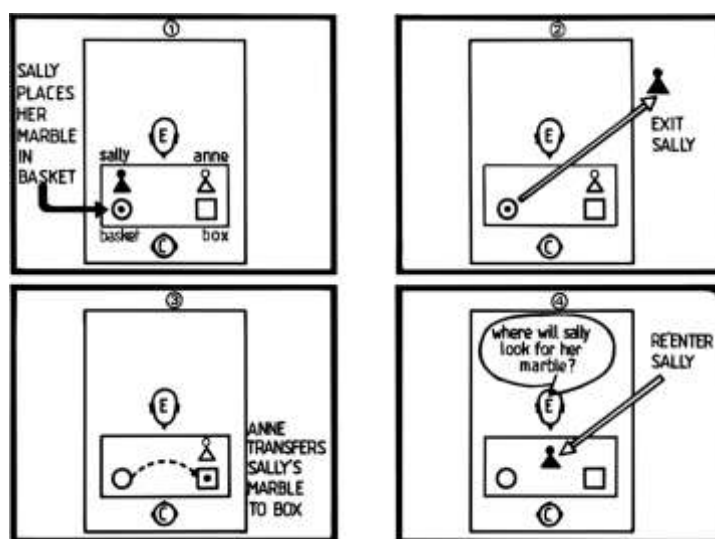


Figure 1 : Illustration de l'histoire de Sally et Anne (Baron-Cohen *et al.*, 1985)

Bien que de nombreuses études s'accordent sur le fait que les altérations dans la théorie de l'esprit apparaissent dès le plus jeune âge et universellement dans le syndrome autistique (Baron-Cohen, 2001), certaines recherches suggèrent que les personnes avec autisme sont capables de comprendre certaines informations sociales ou certaines émotions d'autrui, faisant preuve d'une forme de théorie de l'esprit. Par exemple, des enfants avec autisme ont compris les pensées et les sentiments de personnages issus d'une histoire (Happe, 1994) et dès le plus jeune âge, certains ont été capables d'imiter les intentions d'autrui (Aldridge *et al.*, 2000). En outre, d'autres recherches ont mis en évidence que les enfants comme les adultes avec autisme peuvent reconnaître les expressions faciales basiques aussi précisément que des personnes au développement typique (Baron-Cohen, 1997; Ozonoff *et al.*, 1991). Cette diversité et cette contradiction de résultats peuvent résulter tant de l'hétérogénéité du syndrome autistique que de l'hétérogénéité des méthodes employées.

La question de l'altération de la théorie de l'esprit dans l'autisme a été reliée au système des neurones miroirs. Ils désignent une catégorie de neurones qui présentent une activité aussi bien lorsqu'un individu exécute une action que lorsqu'il observe un autre individu (en particulier de son espèce) exécuter la même action (Rizzolatti *et al.*, 1978). Ils jouent un rôle dans la vie sociale, notamment dans l'apprentissage par imitation et dans les processus cognitifs tels que l'empathie ou la théorie de l'esprit (Hein & Singer, 2008; Molenberghs *et al.*, 2009). Puisque les capacités cognitives sont altérées dans le syndrome autistique, il a été suggéré qu'un dysfonctionnement des neurones miroirs puisse en être la cause. Aucun consensus n'est aujourd'hui trouvé (Greimel *et al.*, 2009) bien que des recherches aient mis en évidence leur dysfonctionnement dans certains contextes (*e.g.* observation de mouvement de la main, Martineau *et al.*, 2010).

▪ **Attention sociale**

Pour qu'une communication interindividuelle face-à-face fonctionne, chacun des protagonistes doit intégrer des informations provenant de plusieurs modalités (*e.g.* gestes, expressions du visage, regard). Ainsi, une attention restreinte aux informations globales et une attention accrue aux détails peuvent rendre le traitement des informations - sociales et non sociales - plus complexe et donc être préjudiciable à l'interprétation des interactions sociales (O'Connor, 2007; O'Connor & Kirk, 2008).

Les personnes avec autisme semblent montrer une attention accrue aux détails de l'environnement (*i.e.* traitement local), corrélée à un défaut du traitement global de ces mêmes stimuli (Happe, 1999)³. Ceci est cohérent avec leurs difficultés à déplacer leur attention d'un niveau local à un niveau global (Plaisted *et al.*, 1999). Ces particularités illustrent les altérations du mécanisme de cohérence centrale, de l'intégration et du traitement général des informations observées dans le syndrome autistique (théorie du déficit de la cohérence centrale, *weak central coherence theory*; Frith, 2003). Ce mécanisme précède l'interprétation des états mentaux où différents aspects d'une situation doivent être intégrés en un "tout" cohérent. Le syndrome autistique serait donc caractérisé par une altération de la construction de schémas cohérents à partir d'éléments disparates, amenant par défaut à un traitement local des stimuli (Shah & Frith, 1993; Tager-Flusberg *et al.*, 2001). Une explication alternative propose que les mécanismes de traitement global des stimuli soient intacts, mais qu'il existe une préférence pour le traitement des aspects locaux des stimuli dans le syndrome autistique (Mottron *et al.*, 2003).

Parmi l'ensemble des stimuli, la modalité visuelle est intéressante à étudier. Initialement, le regard d'autrui était rapporté comme aversif pour les personnes avec autisme (Kanner, 1943). Aujourd'hui, les études s'accordent plutôt sur le fait que ces dernières regardent moins la région des yeux que les personnes typiques, et ce dès le plus jeune âge (Adrien *et al.*, 1993; Dalton *et al.*, 2005; Klin *et al.*, 2002). De nombreuses avancées ont été permises grâce à la technologie de "suivi du regard" ou *eye-tracking* qui, en suivant les mouvements de l'œil, détermine précisément ce que l'individu regarde. Une expérience a présenté à des personnes avec autisme ou typiques des extraits de film où plusieurs acteurs interagissent. Il apparaît que les personnes avec autisme sont plus susceptibles de fixer les zones basses des visages (*i.e.* bouche) plutôt que les yeux des acteurs d'une part, et d'autre part à regarder plus longtemps des indices non sociaux (*e.g.* objets) plutôt que les indices sociaux (*e.g.* humains) (Klin *et al.*, 2002). Deux hypothèses, non exclusives, ont été proposées pour expliquer cette combinaison comportementale. D'un côté, une moindre compréhension des expressions du regard ou des yeux pourrait résulter d'une déficience plus générale dans la cognition sociale (Klin *et al.*, 2003). D'un autre côté, la quantité d'information portée par les yeux (*e.g.* toujours en mouvement, passant d'une expression à une autre en un laps de temps très court) pourrait submerger les personnes avec autisme, en particulier dans des contextes sociaux où un large

³ Par exemple, face à une voiture, les personnes avec autisme se focalisent plus sur le volant, l'allume-cigare ou les ceintures de sécurité que sur le véhicule dans son ensemble.

éventail d'informations sensorielles est transmis. Ainsi, des comportements qui sembleraient être asociaux (*e.g.* pas ou peu de contact oculaire) pourraient être un moyen employé par les personnes avec autisme pour réduire les informations disponibles et donc faciliter leur traitement (O'Connor & Kirk, 2008).

D'autres anomalies d'attention visuelle ont été caractérisées dans le syndrome autistique : inattention aux visages (Osterling & Dawson, 1994), discrimination altérée de l'identification des visages (Klin *et al.*, 1999), durée anormale de contact visuel (Dawson *et al.*, 2000), etc... Le manque d'attention plus général aux stimuli sociaux pourraient entraver le développement des capacités de perception sociale, notamment des visages et de la parole (*e.g.* Dawson *et al.*, 2005; Grelotti *et al.*, 2002), la réciproque étant aussi possible. Ces déficits de l'attention sociale, parfois considérés comme central dans le syndrome autistique (Pascualvaca *et al.*, 1998), ne sont pas un phénomène unitaire. En effet, les personnes avec autisme, quelque soit leur âge, portent principalement leur attention vers les stimuli animés (*e.g.* humain & animal ; New *et al.*, 2010). Cependant, les points de vue sur la (les) nature(s) des déficits restent divergents, notamment en l'absence de définition claire de l'attention (Goldstein *et al.*, 2001). Par exemple, les déficits montrés par les personnes avec autisme dans l'attention conjointe peuvent provenir d'une incapacité générale à changer son attention rapidement d'un stimuli à un autre ou d'une modalités sensorielle à une autre (Courchesne *et al.*, 1994). Il est à noter que, même en dehors des interactions sociales, les enfants avec autisme ont des difficultés à déplacer leur attention entre les différents stimuli (Landry & Bryson, 2004). Pour finir, certains auteurs préfèrent évoquer un fonctionnement différent dans la cognition sociale du syndrome autistique, plutôt que parler d'altérations ou de déficits (O'Connor & Kirk, 2008).

Il apparaît donc que les personnes avec autisme ont des difficultés à former et entretenir des relations sociales, de par des altérations dans les capacités basiques nécessaires aux interactions sociales (*e.g.* théorie de l'esprit, attention sociale, perception et production des émotions). Les observations cliniques rapportent que certaines personnes avec autisme peuvent présenter une aversion sociale, caractérisée par un repli sur soi et un rejet du contact avec d'autres personnes. Pour d'autres, il peut exister une recherche de contact intense (O'Connor & Kirk, 2008). Ces observations suggèrent que les personnes avec autisme pourraient ne pas percevoir la frontière entre leur propre corps et le corps d'autrui, par exemple, en prenant la main d'autrui pour la guider et réaliser une action. Cette main serait comme un prolongement de soi, une façon de maîtriser l'environnement et de ne pas être soumis à des changements non contrôlés (Folstein, 2006).

1.1.3. La communication

- *La communication verbale*

Les troubles du langage sont le premier déficit observé chez plus de la moitié des familles d'enfants avec autisme (*e.g.* De Giacomo & Fombonne, 1998). Par exemple, la plupart des jeunes enfants avec autisme montrent un retard dans l'acquisition du langage (Mitchell *et al.*, 2006). Les compétences linguistiques peuvent varier d'une absence de langage verbal à un langage singulier comprenant de l'écholalie, des scénarios de parole et une prosodie particulière, certaines personnes avec autisme semblent présenter un langage quasiment intact (Tager-Flusberg & Caronna, 2007). Ces altérations dans la production du langage semblent se doubler d'altérations dans la compréhension du langage d'autrui (Rutter *et al.*, 1992). Les compétences langagières sont liées à l'ensemble de la sphère sociale : les enfants qui présentent une meilleure compréhension du langage présentent aussi de meilleures compétences de jeu et une meilleure compréhension des interactions sociales (Lord & Magill-Evans, 1985).

De nombreuses recherches s'intéressent aux possibles causes de ces altérations langagières (*e.g.* génétique, Manning *et al.*, 2004; théorie de l'esprit, Happe, 1993) ainsi qu'aux sources de variation du développement langagier; Tager-Flusberg, 2004 pour une revue). Le langage constituant un acte social à part entière (Locke & Snow, 1997), Tager-Flusberg (2000) a suggéré que les altérations langagières dans le syndrome autistique pourraient refléter un manque d'attention à l'environnement social. Pourtant, **le rôle de l'environnement social reste peu exploré dans le syndrome autistique** alors qu'il influence, par exemple, l'apprentissage du langage chez les enfants typiques.

- *Les compétences de catégorisation*

La catégorisation est essentielle à tous les processus cognitifs (George *et al.*, 2008) et donc à la communication entre individus. Sans catégorisation, chaque objet serait perçu comme unique. Aucune règle de généralisation ne pourrait alors être utilisée pour prendre des décisions rapides et appropriées (Roitblat *et al.*, 1992). Une catégorie est définie comme une

classe d'objets regroupés car perçus comme similaires, même si ces mêmes objets peuvent être distingués les uns des autres (Sandell *et al.*, 1979). Bien que les objets d'une même catégorie partagent au moins une caractéristique commune, les catégories sont essentiellement polymorphes, regroupant simultanément les objets qui peuvent aussi différer sur plusieurs caractéristiques (Fabre-Thorpe *et al.*, 1998; Herrnstein, 1984, 1985; Jitsumori, 1994). De plus, les catégories créées peuvent être variables selon les individus. D'une part, la connaissance multimodale que chaque individu a de ces objets influence la façon dont ils vont être catégorisés (Deputte *et al.*, 2001). D'autre part, les précédentes expériences vécues par les individus semblent être un facteur clé dans les processus de catégorisation (Spinozzi, 1996; Zayan & Vauclair, 1998).

La mise en place des catégories *soi/autrui* et *animé/inanimé* dès la première année de vie est essentielle pour l'établissement des interactions sociales (Poulin-Dubois *et al.*, 1996). À partir de l'âge de 9 mois, deux compétences importantes vont se mettre en place. D'une part, les jeunes enfants commencent à concevoir les humains comme des agents autonomes, dont les comportements ne sont pas aussi prévisibles que les objets physiques (Poulin-Dubois & Schultz, 1988). D'autre part, ils comprennent qu'une personne, et non un objet, peut être un partenaire doué d'intention (Golinkoff & Harding, 1983). Cette capacité semble peu altérée dans le syndrome autistique en comparaison à des enfants typiques de même âge mental (*e.g.* Tager-Flusberg, 1985; Ungerer & Sigman, 1987). Bien que les enfants avec autisme soient capables de discriminer entre des catégories avec un certain contenu abstrait, comme l'animé *versus* l'inanimé (Baron-Cohen, 1991), force est de constater que les processus d'acquisition restent mal expliqués: sont-ils identiques à ceux des enfants typiques ou ont-ils lieu avec un retard, voire avec un modèle particulier?

De plus, les personnes avec autisme préfèrent clairement certaines catégories de stimuli: les voix impersonnelles et mécaniques sont préférées aux voix avec émotions (Klin, 1991), les sons aux images (Thaut, 1987), et surtout les stimuli unimodaux (*i.e.* tactile, sonore ou visuel) plutôt que multimodaux (Inoue & Kobayashi, 1993). Par contre, la connaissance des relations aux objets, aux humains et aux animaux restent plus floues. Afin d'éclaircir cette question, Celani (2002) a utilisé une approche dite de choix entre 2 images (*i.e. sorting by preference*). Les enfants avec autisme ne montrent pas de préférence (*i.e.* choix au hasard) entre une représentation d'un humain (*e.g.* bébé, homme, femme non familiers) et celle d'un objet (*e.g.* table, chaise), alors que les enfants typiques ont une nette préférence pour les images représentant un être humain, qu'il soit familier ou non. Par contre, les enfants avec autisme

sont attirés par les images présentant un animal (*e.g.* chien, chat, tortue, cheval non familiers) par rapport aux images d'objet ; ce choix étant réalisé avec une fréquence similaire à celle du hasard pour les enfants typiques. Néanmoins, New *et al.* (2010) montrent que le biais attentionnel des personnes avec autisme n'est pas seulement dirigé vers les animaux mais aussi vers les humains (*i.e.* catégorie animée, opposée à inanimée comme les objets et les plantes). Cet attrait est plus important chez les adultes avec autisme que chez les enfants avec autisme.

Pour communiquer, la discrimination *familier/non familier* est essentielle et s'appuie notamment sur les caractéristiques des visages (Nelson, 2001). La majorité des études se focalise sur les visages non familiers. En utilisant des méthodologies variées, elles s'accordent sur le fait que les enfants avec autisme montrent des problèmes d'identification des visages non familiers et que les déficits de traitement pourraient être liés à la configuration des visages (*e.g.* Hobson *et al.*, 1988; Klin *et al.*, 1999) mais aussi à un dysfonctionnement en lien avec l'aire fusiforme des visages (*fusiform face area*, FFA; Pierce *et al.*, 2001). En effet, l'activation de cette aire est anormale chez les personnes avec autisme en comparaison au groupe contrôle dans une tâche incluant des visages non familiers. Cette situation est tout autre quand les visages sont familiers : les personnes avec autisme présentent une activation normale de l'aire fusiforme (Pierce *et al.*, 2004). Ce fonctionnement cérébral identique s'observe dans la reconnaissance de visages d'adultes familiers. En effet, des enfants avec autisme sont capables de les reconnaître en utilisant les mêmes caractéristiques du visage que celles employées par les enfants du groupe contrôle (Wilson *et al.*, 2007). Néanmoins, cette discrimination *familier/non familier* chez les personnes avec autisme est à nuancer. En effet, la plupart des enfants avec autisme ont échoué à une tâche simple où il leur était demandé de séparer en deux groupes des photos de visages familiers et non familiers (Boucher *et al.*, 1998). La question du traitement et de la reconnaissance des visages familiers dans le syndrome autistique étant encore peu explorée, de plus amples études permettront une clarification des connaissances actuelles (Wilson *et al.*, 2007).

Les dysfonctionnements cérébraux observés dans le traitement des visages existent aussi dans le traitement des voix *via* l'aire STS (*i.e.* sillon temporal supérieur ; "aire cérébrale de la voix"). Une étude menée par IRM fonctionnel a mis en évidence chez des adultes avec autisme que cette aire ne s'active pas en réponse à des sons "vocaux", alors qu'elle présente une activation typique en réponse à des sons "non vocaux" (Gervais *et al.*, 2004). Les auteurs

proposent que des perturbations du traitement de l'information auditive sociale puissent conduire au retrait social typiquement observé dans le syndrome autistique.

▪ *Les altérations sensorielles*

La littérature abonde d'anecdotes et d'études cliniques sur les réactions inhabituelles des personnes avec autisme à des stimuli sensoriels (*e.g.* visuels, tactiles, auditifs; Frith, 2003; Grandin, 2009). Par exemple, Kanner (1943) a rapporté qu'un jeune garçon avec autisme repoussait toutes les personnes loin de lui, comme s'il ne voulait pas être touché. D'autres personnes avec autisme, au contraire, semblent rechercher des contacts proximaux avec autrui. Temple Grandin⁴ explique que certaines d'entre-elles ressentent de la peur ou de l'inconfort face à des stimuli visuels qu'elle-même aime (*e.g.* lampes fluorescentes ; Grandin, 2009). D'autres sont attirées par des objets à texture particulière, objets dont elles ne peuvent se séparer et qu'elles manipulent sans cesse. À l'inverse, d'autres peuvent éprouver une aversion totale pour certaines textures (*e.g.* poils, peau).

Bien qu'omniprésente, l'hypo- ou l'hyper-sensibilité ne figure pas parmi les critères de diagnostic du syndrome autistique (APA, 1994). De plus, peu de recherches se sont intéressées à ce pan d'altérations (*e.g.* Talay-Ongan & Wood, 2000), se focalisant plutôt sur les déficits auditifs (*e.g.* Rimland, 1990; Sinha *et al.*, 2006). Par exemple, plus de 50% des parents rapportent des réactions de détresse de leurs enfants avec autisme à divers stimuli auditifs (Bettinson, 1994). Ce type d'études peut avoir des applications directes dans la prise en charge du syndrome autistique. C'est le cas de l'absence de réaction émotionnelle et comportementale à la douleur, qui a été initialement attribuée à une indifférence ou une insensibilité (Wing, 1996). Or, les personnes avec autisme la ressentent mais l'expriment différemment (*i.e.* expression physiologique Tordjman *et al.*, 2009).

Récemment, il a été mis en évidence qu'environ 90% des personnes avec autisme manifestent des difficultés sensorielles multimodales (*e.g.* visuelle, auditive et tactile) quelques soient leur âge ou leur niveau cognitif (Leekam *et al.*, 2007). Ces sensibilités particulières diffèrent d'une personne à l'autre (*e.g.* variabilité, intensité, nature), reflétant

⁴ professeur de l'Université du Colorado et atteinte d'autisme de haut niveau.

l'hétérogénéité du syndrome autistique. La question se pose notamment dans **les liens existants entre anomalies sensorielles dans le syndrome autistique et les altérations de la sphère sociale** (*e.g.* Leekam *et al.*, 2007).

1.1.4. Les comportements répétés, restreints et stéréotypés

Les comportements répétés, restreints et stéréotypés, troisième axe de la triade de dysfonctionnement dans le syndrome autistique (Wing & Gould, 1979), ont été moins étudiés que les altérations des interactions sociales et de la communication (*e.g.* Baron-Cohen, 1989; Bodfish *et al.*, 2000; Cuccaro *et al.*, 2007). Bien que souvent considérés comme des troubles secondaires (*e.g.* Bruckner & Yoder, 2007), ces comportements ont une réalité clinique de par leur diversité de manifestations comportementales (APA, 1994; WHO, 1994). Par exemple, les personnes avec autisme peuvent présenter (1) des stéréotypies motrices (*e.g.* balancements, mouvements répétés des doigts), vocales (*e.g.* écholalie) ou sensorielles (*e.g.* recherche de certaines stimulations sensorielles comme les lumières fluorescentes), (2) des centres d'intérêts restreints (*e.g.* connaissances encyclopédiques sur un sujet) ou des idées fixes et des obsessions (*e.g.* maladie), (3) des comportements agressifs autocentrés ou hétérocentrés (*e.g.* humain ou objet), (4) une utilisation non fonctionnelle et répétée des objets, (5) l'adoption de rituels mais aussi (6) la résistance au changement dans l'environnement physique ou social.

Tous ces comportements ne sont pas exhaustifs et de nombreux recoupements existent. Néanmoins, il est intéressant de noter que l'hétérogénéité du syndrome autistique se retrouve aussi dans ce troisième axe de la triade. Elle s'observe à plusieurs niveaux, aussi bien dans les formes de comportements que dans les facteurs covariants (déclencheurs ou explicatifs) et les fonctions supposées de ces comportements (Lewis & Bodfish, 1998, Militeri *et al.*, 2002, Willemsen-Swinkels *et al.*, 1998). Une séparation a été mise en évidence entre des comportements répétés, restreints et stéréotypés de "bas niveau" ou "haut niveau" (Turner, 1999; repris et complété par Militeri *et al.*, 2002; Willemsen-Swinkels *et al.*, 1998). Les comportements de "bas niveau" correspondraient à des formes simples, sensorimotrices, et seraient associés aux premiers stades du développement et au retard intellectuel, tandis que

les comportements de "haut niveau" correspondraient à des formes plus élaborées, qui apparaîtraient plus tardivement (Bourreau, 2008 pour une revue).

Un des éléments communs à l'ensemble de ces comportements reste avant tout le manque de flexibilité (Militeri *et al.*, 2002) pouvant poser problème dans l'ajustement à l'environnement social et physique des personnes avec autisme (Adrien, 1996). Ce manque d'adaptation des comportements au contexte va induire une interférence dans le fonctionnement quotidien (Herring *et al.*, 2006, Sasson *et al.*, 2008). Cette interférence va être durable dans le temps puisque les comportements répétés, restreints et stéréotypés sont persistants dans le temps (*e.g.* Charman *et al.*, 2005, Panerai *et al.*, 2002, Szatmari *et al.*, 2003).

D'une manière générale, les altérations des interactions sociales et de la communication dans le syndrome autistique concernent de nombreuses facettes : capacités attentionnelles, théorie de l'esprit, compétences de catégorisation, ou encore relation d'attachement. Or, force est de constater que certaines études montrent des résultats contrastés, en partie liés à la méthodologie et au contexte d'étude (Kasari *et al.*, 1993). De plus, nous pouvons nous interroger sur le transfert des résultats en conditions simplifiées des expériences (*i.e.* en laboratoire, sur la base d'images ou de vidéos) aux situations de vie réelles plus complexes. En effet, Klin *et al.* (2002) et New *et al.* (2009) recommandent la mise au point d'études et de paradigmes expérimentaux au plus près de la vie quotidienne afin de mieux appréhender l'ensemble du syndrome autistique. Ces approches naturalistes pourront, par exemple, améliorer la compréhension de la mise en place, du développement et du maintien des relations sociales, questions qui restent aujourd'hui peu explorées.

En outre, notre revue de littérature souligne que les personnes avec autisme sont capables de catégoriser l'inanimé et l'animé, et traiter différemment les animaux des humains. Il existe donc un intérêt d'étudier la relation entre les animaux et les personnes avec autisme en abordant la question plus large des relations homme-animal. Lors de la deuxième partie de cette introduction, nous présentons donc une revue critique des relations interspécifiques, et particulièrement entre les enfants et les animaux de compagnie.

1.2. La relation homme - animal de compagnie

Quelque soit la cause initiale qui a amené l'homme à domestiquer les animaux, force est de constater qu'ils font aujourd'hui partie intégrante de nos vies (*i.e.* environ 50% des foyers français en possèdent au moins un; FACCO TNS, 2008). Le statut de l'animal a évolué au cours du temps, passant d'une relation utilitaire à une relation de compagnon (Montagner, 1995). Ainsi, nous utiliserons ici le terme d'animal de compagnie (ou animal) pour désigner tout animal domestique qui partage la niche écologique de l'homme⁵. Il pourra être aussi bien un chien, un poisson ou une vache, à condition qu'il vive sur le même espace que l'homme (*e.g.* du salon à l'étable accolée au lieu de vie). L'animal de compagnie pourra être soit familial (*e.g.* qui appartient à la famille, donc est connu de l'individu qui nous intéresse) soit non familial (*i.e.* inconnu de l'individu auquel nous nous intéressons) (Montagner, 1995).

Les publications scientifiques sur les relations entre l'homme et l'animal de compagnie, inspirées des observations du psychiatre américain Boris Levinson, restent récentes. Son chien Jingles était, par pur hasard, présent dans le cabinet alors qu'il recevait en consultation un enfant avec autisme et ses parents. Des interactions sont nées petit à petit entre le chien et le jeune garçon mutique. Selon le psychiatre, il a fini par parler pour la première fois lors d'une de ces interactions (Levinson, 1962). D'autres expériences l'ont amené à constater que certains patients, enfants comme adultes, interagissaient initialement avec l'animal et que, *via* ces interactions, il était possible de favoriser une évolution débouchant sur des échanges accrus avec son environnement social humain (Levinson, 1970). Certains patients ne présentaient cependant aucune évolution en présence de l'animal (Levinson, 1970). Levinson (1978) a aussi mené une réflexion plus large sur les relations entre les enfants en général et les animaux de compagnie. Il s'est intéressé à l'influence de ces derniers dans le développement de la personnalité individuelle (*e.g.* combativité, sens des responsabilités, estime de soi). Il propose aussi que la présence d'un animal familial pourrait resserrer les liens entre les membres d'une même famille.

Depuis les travaux cliniques pionniers de Levinson, d'autres recherches ont été entreprises. Nous allons nous focaliser sur la relation enfant-animal de compagnie, en abordant le concept

⁵ sont exclus les animaux comme les primates, qui sont des animaux sauvages, ou des oiseaux qui pourraient se faire nourrir ponctuellement sur le rebord d'une fenêtre

d'animal chez le jeune enfant, puis le rôle des animaux dans leur développement, les interactions entre les enfants et leurs animaux familiers pour finir sur les études sur les relations entre enfants avec autisme et animaux de compagnie.

1.2.1. Le concept d'animal chez le jeune enfant

Dans notre société occidentale, les animaux entourent les enfants dès le plus jeune âge qu'il s'agisse de figures d'animaux (*e.g.* ours en peluche) ou d'animaux réels. Le jeune enfant commence à distinguer l'animé de l'inanimé entre l'âge de 9 et 12 mois (voir 1.1.2 pour les détails). Entre ces deux classes très opposées se trouve la catégorie de stimuli animés dite "animal", qui semble être mise en place dans cette même période de vie (Hornik & Gunnar, 1988; Ricard & Allard, 1993). Par exemple, des enfants de 9 à 10 mois face à un lapin non familier adoptent une stratégie comportementale intermédiaire, consistant en une combinaison de comportements provoqués face à un objet inconnu (*i.e.* recherche rapide de proximité, de contact et peu de sourires) et face à un humain inconnu (*i.e.* forte attention et de longue durée) (Ricard & Allard, 1993). Dès le plus jeune âge, les enfants montrent un intérêt majeur pour l'animal, "oubliant" même la mère présente lors de l'expérimentation ; ce qui n'a pas été le cas face à un adulte inconnu ou un objet inconnu (Ricard & Allard, 1993). Cet attrait se confirme puisqu'à l'âge d'un an, les enfants préfèrent un animal réel à sa réplique inanimée (*i.e.* un jouet; Kidd & Kidd, 1987).

Ce concept d'animal s'affine avec le temps. Dès l'âge de deux ans, les enfants se comportent différemment face à différentes espèces animales (*e.g.* chien, lapin, oiseau, tarentule; Nielsen & Delude, 1989). Cette diversité s'inscrit aussi dans les représentations mentales des enfants et des attitudes qu'ils adoptent ultérieurement à propos de la vie animale (Bjerke *et al.*, 1998; Montagner, 1995; Pagani *et al.*, 2007). Ainsi, la perception de l'animal évolue au cours du temps, modifiant certainement les comportements que les enfants ont avec les animaux. Le développement de l'enfant est un processus continu, tant dans l'acquisition de compétences cognitives, sociales qu'affectives. Plusieurs aspects l'influencent comme les caractéristiques propres de l'enfant (*e.g.* genre, personnalité), son environnement social (*e.g.* parents, pairs) et son contexte de vie (*e.g.* source de stress; Belsky, 1984). A ce titre, l'animal

familier pourrait lui aussi influencer le développement de l'enfant et jouer un rôle important, tant dans son développement social et émotionnel que cognitif.

1.2.2. Les rôles de l'animal dans le développement de l'enfant

▪ *Le développement socio-émotionnel*

La présence d'animaux dans l'entourage de l'enfant semble influencer son développement socio-émotionnel (Levinson, 1978). Avoir un animal de compagnie à la maison dès le plus jeune âge permet une familiarisation aux soins et aux besoins de l'animal. En confiant à l'enfant des tâches appropriées à son âge (*e.g.* à 3 ans, donner de l'eau au chien plutôt que de le promener), il se sent impliqué et responsable de l'animal. Grâce aux encouragements des parents, cette implication de l'enfant vis-à-vis de l'animal peut participer à la construction et au renforcement de son estime de soi (Haggerty Davis *et al.*, 1989). De telles améliorations ont pu être mesurées dans différents contextes et à différents âges. Par exemple, les préadolescents ou des jeunes enfants vivant en compagnie d'animaux ont une meilleure estime de soi que ceux qui n'ont pas d'animaux chez eux (Covert *et al.*, 1985; Vanhoutte & Jarvis, 1995). Parallèlement, la présence d'animaux dans une classe de primaire pendant 9 mois est liée à l'amélioration de l'estime de soi des enfants, progrès d'autant plus important que les enfants avaient de faibles scores d'estime de soi avant l'arrivée des animaux (Bergesen, 1989). Cependant, il semble que cette influence dépende de l'espèce animale impliquée, puisque seule la présence à la maison d'un chien - en comparaison à d'autres espèces comme le chat - soit liée à une meilleure estime de soi (Daly & Morton, 2003).

Les animaux pourraient aussi contribuer au développement de l'empathie (Hills, 1995). Dès leur plus jeune âge, les enfants apprendraient, en interagissant avec les animaux de compagnie, à appréhender leurs "sentiments" et leurs besoins puis, par possible transfert, étendre cette compétence aux autres êtres humains (Endenburg & Baarda, 1996). La plupart des études concernant des enfants d'âge préscolaire (avant 6 ans) suggèrent que la présence d'un animal à la maison est corrélée positivement à la capacité d'empathie, et ce d'autant plus si le lien d'attachement à l'animal est fort (Kidd & Kidd, 1985; Melson, 1991). Cette relation s'estompe avec l'âge pour disparaître chez les préadolescents (Bryant, 1985; Melson, 1991). Néanmoins, des auteurs s'accordent sur le fait que cette relation n'est pas aussi simple,

nécessitant une recherche sur une influence indirecte de l'intérêt pour les animaux en général (e.g. Poresky & Hendrix, 1990) en différenciant la simple coprésence d'un lien réel entre l'homme et l'animal (Thieltges, 2010; pour une revue).

La littérature revient souvent sur le support "social" que procurent les animaux dans la vie des enfants (Furman, 1989). A la question "*vers qui te tournes tu quand tu as un problème?*", la majorité d'entre eux désignent leur animal familier (Bachman, 1975). Ils expliquent que leur animal leur offre un réel soutien (e.g. "il m'écoute", "il me comprend"; Brickel, 1982). La nature de ce soutien pourrait être important pour le développement psychologique des enfants (Levinson, 1978). Par exemple, les enfants perçoivent leur animal familier comme une source d'affection durable, sans faille et sans jugement, qu'ils soient en colère ou en échec scolaire (Beck & Katcher, 1984; Bryant, 1990). Pour autant, il ne peut pas remplacer les humains, mais plutôt apporter une autre forme de soutien (Endenburg & Baarda, 1996). L'animal de compagnie peut aussi jouer un rôle de catalyseur social (Mugford & M'Comisky, 1975), même s'il est petit et silencieux: un lapin ou une tortue attirent le regard et font que les passants s'approchent de leur propriétaire, phénomène qui n'est pas observé quand celui-ci est seul ou avec des objets (Hunt *et al.*, 1992). Ces résultats soulèvent néanmoins la question de la congruence de la situation : les passants sont-ils intéressés par la qualité inhabituelle de la situation (*i.e.* peu de gens emmènent leur tortue ou leur lapin "en promenade") ou par l'animal *per se* ? L'attrait qu'exerce l'animal sur l'être humain peut également influencer le nombre de contacts sociaux reçus par des personnes souffrant d'handicap physique. En effet, des personnes - enfants comme adultes - en chaise roulante reçoivent plus de sourires et de regard des passants lorsqu'ils se promènent en compagnie d'un chien que seuls; de plus les passants détournent moins leur trajectoire à leur passage (e.g. Eddy *et al.*, 1988; Mader *et al.*, 1989).

Plusieurs auteurs ont proposé que le lien à l'animal puisse aussi faciliter le développement cognitif, notamment l'acquisition du langage et les compétences langagières ultérieures de l'enfant (Condoret, 1983; Poresky *et al.*, 1987; Salomon, 1981). A notre connaissance, aucune preuve tangible n'a appuyé cette hypothèse, nécessitant de plus amples recherches. Finalement, l'animal familier peut aussi avoir des influences physiques et physiologiques, aussi bien à long terme qu'à court terme. Les adultes propriétaires d'animaux de compagnie ont, par exemple, un taux de survie supérieur un an après un infarctus (Friedmann *et al.*, 1980), moins de risques cardiovasculaires (Anderson *et al.*, 1992) et une meilleure condition physique (Raina *et al.*, 1999). Par ailleurs, la présence d'un animal familier peut diminuer le stress des enfants (e.g. rythme cardiaque) dans des conditions angoissantes (e.g. chez le

dentiste, exercice de lecture ou de mathématiques ; (Friedmann *et al.*, 1983; Hansen *et al.*, 1999; Havener *et al.*, 2001). Par exemple, dans une étude sur des enfants de 7 à 11 ans subissant une intervention dentaire, des observations comportementales et des mesures physiologiques ont indiqué que les enfants ayant pu être accompagnés par leur chien étaient moins angoissés par la situation (Havener *et al.*, 2001). De plus, la présence de son animal durant une tâche stressante apparaît avoir un effet anxiolytique plus important chez des adultes que la présence d'un ami ou du conjoint (*i.e.* rythme cardiaque inférieur; Allen *et al.*, 2002).

Nous avons vu ici que le lien à l'animal pouvait être bénéfique pour l'homme. La réciproque pourrait l'être également. En ayant un maître, l'animal de compagnie obtient de la nourriture, un abri, de la compagnie et si besoin, des soins vétérinaires, le tout lui assurant un bien-être physique et psychologique (Podberscek, 2006). Néanmoins, les données restent rares et d'autres études permettront certainement d'éclairer cette question.

▪ *L'animal dans la famille*

Les parents conditionnent eux aussi l'influence que les animaux de compagnie peuvent avoir sur leurs enfants, notamment dans le choix des espèces adoptées. Leurs relations passées avec les animaux et l'expérience qu'ils en tirent sont importantes. En effet, ceux qui en possédaient étant enfant sont plus susceptibles d'en adopter à l'âge adulte et ont une attitude globalement plus positive envers eux (Serpell, 1981). De plus, cette expérience leur confère aussi une meilleure compréhension des signaux non verbaux émis par les animaux (Beck *et al.*, 1989). Les familles ayant au moins un animal sont plus souvent des familles avec des enfants d'âge scolaires ou des adolescents (de 6 à 18 ans) plutôt que des familles sans enfant (Fifield & Forsyth, 1999).

Beaucoup de parents reconnaissent que les animaux peuvent être des outils pédagogiques précieux, d'autant plus qu'ils vont s'impliquer dans cet apprentissage (Beck *et al.*, 2001) : éducation aux cycles de vie (*e.g.* naissance, reproduction, mort; Macdonald, 1981; Salomon, 1981), acquisition de connaissances plus générales du monde animal (Beck *et al.*, 2001)... Comme vu précédemment, les parents peuvent responsabiliser leurs enfants en se servant de l'animal familial comme un vecteur d'éducation. Cette méthode peut se révéler efficace,

puisque les enfants apprennent mieux et plus vite lorsqu'ils sont émotionnellement investis (Vygotsky, 1978).

Les animaux peuvent aussi renforcer la cohésion du cercle familial. Par exemple, la majorité des familles venant d'adopter un animal rapporte que tous ses membres passent plus de temps ensemble, se sentent plus heureux et ont plus de bon temps (Cain, 1985). Ces résultats sont à nuancer car les croyances des familles (*e.g.* l'animal va être un facilitateur social) ne sont pas prises en compte. Le rôle de l'animal familial semble être encore plus important dans la vie des enfants (1) sans fratrie ou sans frère/sœur plus jeune (Bryant, 1986) ou (2) dont la famille où l'environnement social se révèle inadéquat ou même destructeur (Blue, 1986; Levinson, 1971). Toutefois, il est difficile voire impossible d'isoler l'influence directe des parents de leur influence indirecte dans le lien aux animaux (Ascione, 1993; Paul & Serpell, 1993).

▪ *Des nuances à apporter*

A ce moment de l'exposé, il est nécessaire de nuancer certains propos. En effet, les auteurs s'accordent sur le fait que le lien de cause à effet entre la relation à un animal et les bénéfices n'est pas toujours clair (Endenburg & Baarda, 1996; Melson, 2003). Par exemple, est ce qu'un enfant empathique a plus de chance d'avoir un animal de compagnie, ou est ce le fait d'en avoir un qui rend l'enfant plus empathique? Il est donc nécessaire de mener plus d'études dans ce sens, mais surtout, de comprendre les mécanismes d'interactions entre l'enfant et l'animal sous-jacents à ces influences. De plus, la notion de la qualité du lien est à explorer. Endenburg & Baarda (1996) suggèrent que l'influence des animaux est différente chez un enfant qui aime prendre soin d'eux, un enfant qui n'a pas établi de lien avec eux et un enfant qui en a peur. Il est en effet légitime de penser que l'intérêt que portent les enfants aux animaux puisse modifier les résultats obtenus. De façon similaire, l'attachement semble être une variable importante quant au rôle de l'animal dans le développement de l'enfant (Melson, 1988; Poresky *et al.*, 1987).

En outre, le lien à l'animal ne revêt pas uniquement des aspects positifs (Podberscek, 2006). Certains animaux peuvent présenter des problèmes de comportements (APBC, 2002), les propriétaires peuvent développer des allergies (Macpherson *et al.*, 2000) ou des angoisses,

voire de la douleur, quand leurs animaux familiers tombent malades ou meurent (Kaufman & Kaufman, 2006). De plus, l'adoption d'un jeune animal requiert du temps et de la patience, ce que déplorent certaines personnes (Burrows *et al.*, 2008). Enfin, un trop fort attachement aux animaux pourrait conduire à des cas extrêmes avec une possible atténuation du lien aux autres êtres humains (Simon, 1984).

A ce stade des connaissances, aucun consensus n'est atteint sur un modèle théorique qui pourrait rendre compte des coûts et des bénéfices de la présence animale sur l'homme. Les auteurs ne peuvent que constater ces effets, sans parvenir à les expliquer en totalité. Cependant, quelques pistes - que nous ne détaillerons pas ici - sont avancées: la capacité de l'animal à focaliser l'attention (*biophilia hypothesis*; Kahn, 1997), l'animal comme source de distraction (*attention shift theory*; Brickel, 1982), l'effet de catalyseur social (*social lubricant*; Mugford & M'Comisky, 1975), l'implication des parents dans le lien à l'animal (Beck *et al.*, 2001) ou une combinaison de tous ces aspects (Beck & Meyers, 1987). Certains auteurs proposent des études sur les interactions afin de répondre (du moins partiellement) à cette question (Mertens & Turner, 1988; Servais & Millot, 2003).

1.2.3. Les interactions entre les enfants et les animaux familiers

▪ *La nature des interactions*

La plupart de ces recherches utilise des questionnaires ou des entretiens - directement avec l'enfant ou indirectement avec les parents (chapitre 2 pour les considérations méthodologiques). Elles se focalisent plus sur les attitudes des enfants envers leurs animaux que sur les comportements à proprement parler (Bjerke *et al.*, 1998; Kidd & Kidd, 1985; Pagani *et al.*, 2007). Cependant, il apparaît que le soin (*e.g.* nourrissage, brossage) semble revêtir une place importante dans ces interactions, puisque 9 enfants sur 10 le considèrent comme important et 3 sur 4 disent le prendre en charge, même partiellement (auto-questionnaire pour enfants de 8 à 10 ans; Rost & Hartmann, 1994). Ce type d'interaction est induit par le statut de l'animal puisque qu'il concerne majoritairement les animaux adoptés pour l'enfant et non pour la famille (Rost & Hartmann, 1994), supposant là un rôle éducationnel de la part des parents (voir 1.2.2.). En outre, les parents indiquent fréquemment

que leurs enfants de 5 à 12 ans jouent avec leur animal (Melson & Fogel, 1996). Ce manque d'information nécessite donc **une exploration plus poussée de la nature même des interactions** (Guttman, 1981), qui ne peut être menée que **par des observations directes, notamment dans l'environnement habituel** (Melson, 2003).

Le peu d'observations directes qui ont été effectuées mettent en évidence une variété d'interactions entre les enfants et les animaux de compagnie. La modalité tactile (*e.g.* caresse) semble très présente avec les animaux dits "à poils" comme les chiens (*e.g.* Filiatre *et al.*, 1986; Nielsen & Delude, 1989), les chats (*e.g.* Mertens & Turner, 1988; Turner & Rieger, 2001) ou les lapins (*e.g.* Wedl & Kotrschal, 2009), ce qui n'est pas le cas avec les oiseaux (Nielsen & Delude, 1989). Les observations confirment l'importance des interactions ayant trait au soin chez les petits animaux (*e.g.* lapin: Wedl & Kotrschal, 2009; oiseaux: Beck *et al.*, 2001). Les interactions évoluent dans le temps: plus les enfants sont âgés, plus ils sont susceptibles d'utiliser les interactions verbales avec les animaux (*e.g.* chien: Eckerlin *et al.*, 1989; chat: Mertens & Turner, 1988) comme le font les adultes (*e.g.* chien: Prato-Previde *et al.*, 2006; chat: Mertens & Turner, 1988). Les interactions entre l'enfant et l'animal se révèlent donc multimodales, nécessitant l'intégration simultanée d'informations de canaux différents (*e.g.* le jeu implique le toucher, le vocal, ou encore l'auditif, quelque fois en incluant un objet, Millot, 1996).

La relation enfant-chien est la plus étudiée par les observations directes. Le plus souvent, ce sont les jeunes enfants (*i.e.* 2 à 5 ans) qui prennent l'initiative des interactions, cherchant le contact physique avec l'animal. Les chiens ont un rôle dans la régulation des interactions avec l'enfant, car ce sont eux qui se retirent le plus souvent de la séquence d'interactions (Filiatre *et al.*, 1986). Entre l'initiation et la fin de la séquence d'interactions de l'enfant et du chien, les comportements de l'un influencent ceux de l'autre. Le chien peut induire des changements de comportements chez l'enfant, et réciproquement (Millot *et al.*, 1988). Par exemple, des comportements négatifs (*e.g.* grogner, essayer de mordre) induisent le plus fréquemment un retrait de l'enfant plutôt qu'un comportement agressif (*e.g.* cris, taper le chien). Inversement, des comportements agonistiques de l'enfant vont provoquer le retrait du chien. Lors d'une séquence d'interaction, chacun des protagonistes se sert des signaux envoyés par l'autre pour ajuster son comportement (Filiatre *et al.*, 1986; Millot & Filiatre, 1986; Millot *et al.*, 1988). Ainsi, les comportements du chien pourraient contribuer à l'acquisition d'un répertoire comportemental social plus structuré chez l'enfant (Filiatre *et al.*, 1986). Il est à noter que même si notre propos se centre plus sur l'enfant, l'animal ne dispose pas moins de

compétences qui lui permettent de s'intégrer aisément dans une relation interspécifique (Milot, 1996). Par exemple, le chien peut déceler l'état physiologique global de l'homme, son identité mais aussi son état émotionnel et attentionnel *via* des indices olfactifs ou visuels (*e.g.* Call *et al.*, 2003; Filiatre *et al.*, 1991; Milot *et al.*, 1987; Viranyi *et al.*, 2004). Il est aussi capable de localiser des ressources alimentaires grâce au pointage ou encore l'orientation du corps, de la tête et des regards du partenaire humain (*e.g.* Miklosi *et al.*, 1998, 2005; Udell *et al.*, 2008). Par exemple, un chien a du répondre à l'ordre "couché" dans différentes situations (Fig. 2; Viranyi *et al.*, 2004). L'obéissance a été maximale quand le regard de l'expérimentateur était orienté clairement vers chien (condition a).

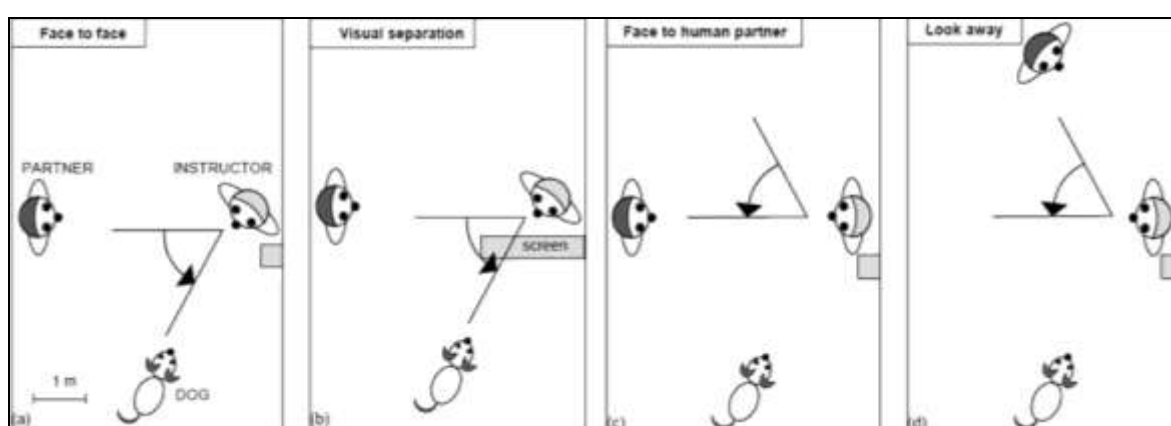


Figure 2: Représentation schématique des conditions d'expérience où le chien doit répondre à l'ordre "couché" dans chaque condition (Viranyi et al., 2004)

De façon plus générale, l'étude des interactions interspécifiques peut amener un regard nouveau sur les phénomènes de socialisation de l'enfant (Milot, 1996). L'animal familier pourrait influencer le développement de la personnalité de l'enfant et de l'adulte (Levinson, 1978). De plus, les comportements envers les animaux pourraient être un marqueur de potentiels problèmes comme la violence (Degue & DiLillo, 2009), les problèmes familiaux (Degue & DiLillo, 2009) ou encore les troubles mentaux (Levinson, 1970). Ainsi, Levinson (1978) propose que l'animal de compagnie puisse même être un "outil" dans les tests de personnalité. Il reste néanmoins qu'aujourd'hui, les données scientifiques restent sporadiques concernant les interactions enfant-animal. D'autres recherches sont nécessaires pour caractériser avec soin la diversité d'interactions (*e.g.* nature, structuration, dynamique des séquences) entre les enfants et les animaux de compagnie, toutes espèces confondues.

▪ *Les facteurs influençant la relation à l'animal*

La compréhension du phénomène d'interaction entre les enfants et les animaux nécessite l'identification des facteurs impliqués. La littérature permet de mettre en évidence une influence des protagonistes (*i.e.* caractéristiques intrinsèques de l'enfant - genre, âge - et de l'animal - espèce, sexe), de l'environnement physique et social où ils évoluent ainsi que l'expérience aux animaux en général de l'enfant, aussi bien sur les interactions avec les animaux que dans les attitudes que les hommes vont prendre à leur égard.

Les relations établies entre l'enfant et l'animal dépendent en partie des caractéristiques intrinsèques de l'animal (Serpell, 2000b). Les animaux considérés comme mignons, fragiles, rares ou ressemblant à une peluche tendent à être préférés (*e.g.* Gould, 1979; Kellert & Berry, 1980) et plus sollicités par les enfants pour des interactions (Nielsen & Delude, 1989). L'âge et le sexe de l'animal influencent la quantité d'interactions observées. Par exemple, les interactions semblent plus nombreuses quand le chien est arrivé dans la famille avant la naissance de l'enfant (*i.e.* plus âgé que l'enfant) et s'il s'agit d'une femelle (Filiatre *et al.*, 1986). Cette influence du sexe chez le chat n'est pas observée, possible conséquence de la castration de la majorité des animaux de l'étude (Mertens & Turner, 1988). La taille du chien serait importante, quant à elle, dans les aspects négatifs de la relation puisque les petits chiens semblent plus agressifs avec les enfants que les grands (Filiatre *et al.*, 1986).

Les relations établies entre l'enfant et l'animal dépendent aussi des caractéristiques de l'enfant. D'une part, l'âge de l'enfant est important, notamment dans les interactions de soin. L'enfant prend plus de responsabilités vis-à-vis de son animal familier au fur et à mesure qu'il grandit (Melson, 1988), et d'autant plus si les parents ont peu de temps pour occuper de l'animal (Rost & Hartmann, 1994). Néanmoins, des observations directes amènent un résultat contradictoire. Dans un contexte scolaire, les enfants plus âgés (6-7 ans) prennent moins soin des animaux (*i.e.* lapins) et passent moins de temps auprès d'eux que les plus jeunes enfants (3-5 ans) (Wedl & Kotrschal, 2009). La qualité du lien établi est à questionner: il est légitime de penser que le lien à un animal dans la famille diffère de celui établi avec un animal à l'école, incluant la notion de partage entre tous les enfants et l'attrait pour les pairs que présente les enfants dès l'âge de 6 ans (Deldime & Vermeulen, 1997). Enfin, comme avec leurs pairs, les jeunes enfants de 3 à 4 ans sont plus agressifs avec leur chien; cette agressivité s'atténuant au cours du temps (Filiatre *et al.*, 1986). Ceci peut être mis en parallèle avec un pic

de peur envers les animaux vers l'âge de 4 ans (Bowd, 1984). D'autre part, le genre de l'enfant module certaines interactions et attitudes envers les animaux. Les filles et les garçons ne préféreraient pas les mêmes espèces (Bucke, 1903 cité par Lindsay, 2000). Les filles sont, par exemple, plus susceptibles à faire de l'équitation de par leur attrait pour le cheval (Bjerke *et al.*, 2001). Par rapport aux garçons, les filles prennent plus soin de leurs animaux (Rost & Hartmann, 1994; Wedl & Kotrschal, 2009), passent plus de temps avec eux (Wedl & Kotrschal, 2009) et interagissent plus verbalement, notamment avec les chiens (Nielsen & Delude, 1989). Le genre et l'âge du partenaire humain continuent d'être importants à l'âge adulte (*e.g.* Herzog, 2007; Kellert & Berry, 1980).

A l'instar des caractéristiques des deux protagonistes, l'environnement social et physique dans lequel ils évoluent semble influencer leur relation. D'une part, l'environnement social de l'enfant, composé de ses parents et d'une potentielle fratrie sont importants à plusieurs titres. En effet, comme vu précédemment (partie 1.2.2.), les parents semblent influencer la qualité du lien établi entre l'enfant et l'animal familial (Melson, 1988; Poresky & Hendrix, 1990). Lorsque l'enfant n'a pas de frère et sœur, le chien devient un partenaire privilégié (*e.g.* interactions plus fréquentes; Filiatre *et al.*, 1986; Millot *et al.*, 1988). Les résultats sont plus contrastés lorsqu'une fratrie est présente. Certains auteurs ne trouvent pas d'influence de la fratrie dans la fréquence des interactions avec les animaux familiers (Rost & Hartmann, 1994) alors que d'autres montrent que le benjamin de la fratrie joue plus avec ses animaux familiers et prend plus soin d'eux que les aînés (Melson & Fogel, 1996). D'autre part, l'environnement physique, bien que lié aux relations enfant-animal, semble jouer un rôle mineur et plus contrasté. Alors que certaines études ne trouvent pas de lien entre l'environnement de vie et le lien enfant-animal (*e.g.* Poresky & Hendrix, 1990), d'autres mettent en avant une scission entre les enfants ruraux et urbains (*e.g.* Bjerke *et al.*, 1998). Par exemple, les enfants vivant en zone rurale ont de meilleures connaissances sur la vie des animaux en général (Kellert, 1985) et côtoient une plus grande variété d'espèces (Rost & Hartmann, 1994), ce qui peut influencer leurs attitudes et leurs interactions avec les animaux.

Pour finir, l'expérience aux animaux qu'ont les enfants peut influencer les interactions et les relations qu'ils mettent en place avec leurs animaux familiers. En effet, une expérience précoce aux animaux semble prédisposer les enfants puis les adultes à développer davantage d'affects positifs envers les animaux (*e.g.* Paul & Serpell, 1993). Il semble que l'intérêt envers les animaux diminue en général avec l'âge (Bjerke *et al.*, 1998). Bien qu'une partie des enfants présente une peur envers les animaux (9% en moyenne; Pagani *et al.*, 2007), cette proportion

est plus faible si l'on s'intéresse uniquement aux enfants ayant une expérience aux animaux (*i.e.* largement supérieure en intensité et en nombre d'espèces effrayantes chez les non-propriétaires Bowd, 1984).

Ainsi, les relations établies entre un enfant et son animal familial s'appuient sur des interactions impliquant diverses modalités de communication. Des études suggèrent que ces relations soient liées aux caractéristiques des protagonistes (*e.g.* âge, genre) mais aussi à l'environnement dans lequel ils vivent bien que les résultats restent mitigés. Néanmoins, les études portant sur les interactions entre les enfants et leurs animaux familiers restent ponctuelles et focalisées sur le chien. Des études complémentaires semblent donc nécessaires pour mieux appréhender la nature de ces interactions (*e.g.* présence de jeu, de regards, de soin) en fonction de différentes espèces animales, ainsi que les facteurs qui y sont liés.

1.2.4. La relation à l'animal pour les enfants avec autisme

Comme décrit précédemment (1.1.), le syndrome autistique est caractérisé notamment par des altérations de la communication et un retrait social marqué (APA, 1994). De nombreux auteurs ont proposé que l'animal puisse "faire sortir l'enfant de sa bulle" (Condoret, 1983). De ce postulat sont nées les interventions assistées avec l'animal⁶ destinées à aider les personnes avec autisme (Michalon *et al.*, 2008). D'autres personnes, appartenant à des populations elles aussi "fragiles" (*e.g.* personnes avec handicap mental ou physique, personnes âgées, atteintes ou non d'Alzheimer) bénéficient également de ce type d'interventions. Par exemple, l'arrivée d'un aquarium dans une salle de réfectoire d'une maison de retraite est liée à une augmentation de l'appétit des résidents (Edwards & Beck, 2002). L'utilisation d'un chien durant des sessions de thérapie avec des personnes aphasiques semble être plus efficace qu'une simple thérapie (LaFrance *et al.*, 2007).

Bien que de nombreuses recherches s'y soient intéressées, nous ne détaillerons pas plus les résultats, la plupart étant soumis à caution (Beck & Katcher, 2003; Dashnaw Stiles, 2001;

⁶ Actuellement, un débat important est mené, en France et partout dans le monde, sur l'appellation "thérapie" pour les activités associant l'animal. Ainsi, le terme *intervention assistée par l'animal* tend à englober toutes activités associant l'animal, qu'elles soient à but thérapeutique ou non (notion largement abordée lors du congrès de l'IAHAIO, Suède, juillet 2010)

Katcher, 2000; Marino & Lilienfeld, 2007 pour une revue). Par exemple, bon nombre d'entre-elles ne disposent pas de groupe contrôle, se fondent sur un échantillon faible d'individus, ou d'âge trop variable. Dans 30% de ces études, l'espèce animale employée n'est pas précisée (Michalon *et al.*, 2008). Enfin, le suivi d'autres thérapies n'est pas toujours contrôlé. Cette liste est, bien entendu, non exhaustive.

Ici, nous retiendrons les études portant sur le syndrome autistique et l'animal, hors études de cas et approches théoriques (*e.g.* Bergstrom *et al.*, sous presse; Condoret, 1983; Ross, 1983). Nous avons aussi exclu les études (1) incluant des sujets avec autisme dans leur protocole mais dont la gamme clinique est extrêmement large et (2) où le nombre de participants avec autisme était trop restreint pour que leurs résultats permettent une identification claire des aspects liés précisément au syndrome autistique (Nathanson & DeFaria, 1993; Prothmann *et al.*, 2006). Nous nous focaliserons, d'une part, sur les recherches qui ont utilisé l'animal en comparatif (*versus* humain et objet; Celani, 2002; New *et al.*, 2010; Prothmann *et al.*, 2009) pour étudier l'attention et d'autre part, celles qui se sont directement intéressées à l'impact de l'animal sur des enfants avec autisme lors d'interventions assistées avec l'animal (Bass *et al.*, 2009; Burrows *et al.*, 2008; Martin & Farnum, 2002; O'Haire, 2010; Redeker & Goodman, 1989; Sams *et al.*, 2006).

▪ *Attention portée à l'animal*

Comment les personnes avec autisme perçoivent-elles l'animal ? Comme vu précédemment (1.1.2.), les capacités de catégorisation sont peu altérées dans le syndrome autistique (*e.g.* Tager-Flusberg, 1985; Ungerer & Sigman, 1987). New *et al.* (2010) se sont intéressés à la perception des catégories *animée* et *inanimée* et précisément à l'attention portée vers des stimuli statiques dans des photos de scènes de vie quotidienne (Fig. 3). Les participants devaient trouver la différence entre deux scènes identiques, différence qui pouvait être soit de nature animée (humain/animal) ou inanimée (plante/objet). Les enfants et les adultes avec autisme ont montré un biais attentionnel envers l'animé, c'est à dire un taux (1) de détection des différences plus rapide et (2) de bonnes réponses plus élevé quand les photos concernaient des êtres humains ou des animaux. Ce biais évolue avec l'âge des personnes avec autisme puisque les adultes sont plus tournés vers l'humain que les enfants.

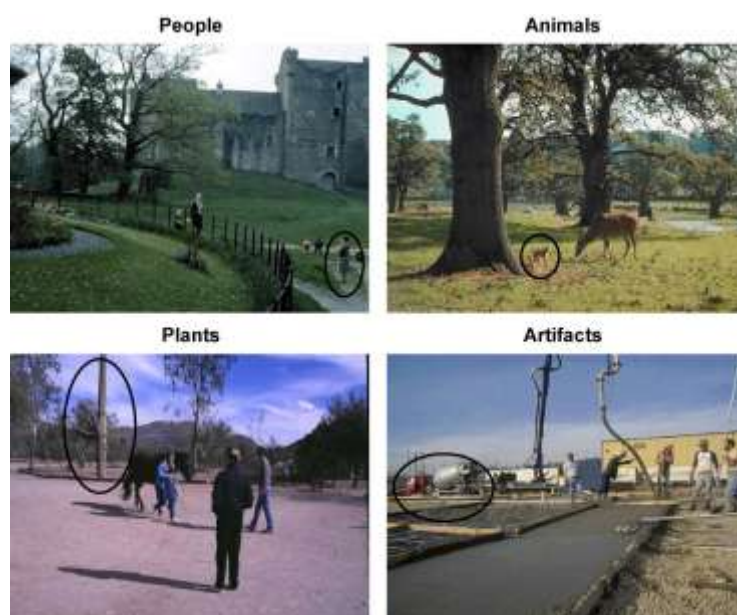


Figure 3: Exemples de 4 scènes utilisées: en haut, avec la catégorie "animé" et en bas, la catégorie "inanimé". Les objets-cibles sont entourés ici, mais ceci n'était pas le cas lors de l'expérience (d'après New et al., 2010)

Une autre étude confirme cet attrait pour la catégorie animée, et un possible biais pour la catégorie "animal" (Celani, 2002). Dans une situation de choix entre deux images, seuls les enfants avec autisme montrent une préférence pour celles représentant des animaux plutôt que des objets (choix au hasard pour des enfants atteints du syndrome de Down et des enfants typiques). Dans la situation de choix "humain *versus* objet", la majorité des enfants avec autisme ne montre aucune préférence (*i.e.* choix réalisé à une fréquence similaire à celle du hasard alors que les deux autres groupes montrent une préférence pour les images d'êtres humains). Ni l'âge chronologique ni le niveau intellectuel n'avait d'incidence sur les choix des enfants dans cette étude.

Les résultats des recherches de New *et al.* (2010) et Celani (2002) s'accordent sur le fait que les personnes avec autisme présente un biais (attentionnel ou préférentiel) vers l'animé. Néanmoins, une différence apparaît dans la sous-catégorie (*animal/humain*) qui peut être expliqué par l'âge des sujets : avec l'âge, les personnes avec autisme pourraient se tourner plus vers les humains.

Ces recherches restent toutefois contraintes par l'aspect statique des images et par des conditions de laboratoire simplifiées. Or, des capacités qui semblent intactes dans ces conditions se révèlent altérées lors d'études plus naturalistes (*e.g.* fixation préférentielle ou non de la zone des yeux pendant l'observation de scènes sociales statiques ou dynamiques ;

Fletcher-Watson *et al.*, 2008; Speer *et al.*, 2007). De plus, il existe une différence substantielle entre trouver une image d'animal attractive et interagir avec un animal dans la réalité. Il est **nécessaire d'étudier les interactions sociales des personnes avec autisme dans des expériences se rapprochant au maximum des conditions de vie réelles** (*i.e. close-to-real life*; Klin *et al.*, 2002, 2003; Pelphrey *et al.*, 2007) et surtout, utilisant des êtres vivants (*e.g.* êtres humains et animaux) dans des conditions de vie habituelles.

L'étude récente de Prothmann *et al.* (2009) tente de répondre à cette contrainte de *close-to-real life* en comparant la préférence et les réponses émises par des enfants avec autisme simultanément face à un être humain, un chien de taille moyenne (certifié co-thérapeute) et des objets, tous inconnus au moment de la première session. Lors des trois sessions d'observation, les enfants ont majoritairement dirigé leurs comportements vers le chien, puis vers l'adulte avec très peu d'intérêt pour les objets présents. Les comportements initiés par les enfants avec autisme semblent indiquer que le chien est considéré comme un *objet vivant* : jeu interactif (avec ou sans objet impliqué), caresse... La fréquence de ces comportements augmente lors de la seconde session d'observation. Les auteurs suggèrent que la "familiarité" puisse augmenter l'envie d'interagir avec le chien, et surtout, ils rejettent ainsi l'hypothèse d'un effet de nouveauté (*i.e.* la première rencontre avec un animal pourrait stimuler les enfants à interagir). Néanmoins, nous pouvons nous interroger sur le degré de familiarité et de connaissance mis en place après une unique session d'interaction de 20 minutes. Selon Prothmann *et al.* (2009), les animaux - en particulier les chiens - communiqueraient leurs intentions d'une manière plus compréhensible que les êtres humains pour les enfants avec autisme. Les moyens de communication avec l'homme ou avec le chien diffèrent notamment sur deux types de canaux, le canal non verbal et le canal visuel (Watzlawick *et al.*, 1967). Pourtant, il est nécessaire de nuancer la conclusion de Prothmann *et al.* (2009). D'une part, cette étude reste encore contrainte par les conditions simplifiées de laboratoire bien qu'impliquant une observation directe des interactions avec des êtres vivants. D'autre part, le chien impliqué est entraîné aux conditions de thérapie, suggérant que ses comportements soient influencés par son apprentissage et potentiellement plus faciles à être décoder. Ces deux aspects peuvent donc estomper des aspects de la relation entre l'enfant et l'animal qui pourraient se dérouler dans un cadre de vie habituel avec l'animal familier.

Les personnes avec autisme peuvent distinguer les catégories *animée* et *inanimée* (Baron-Cohen, 1991). De plus, les études suggèrent que le syndrome autistique se caractérise par un biais attentionnel envers la catégorie animée (humain et animal ; New *et al.*, 2010). L'animal,

aussi bien sur image que vivant, semble susciter un intérêt chez les enfants avec autisme. Néanmoins, les résultats peuvent sembler contradictoires (conséquence aux différentes méthodologies ? aux contextes de recherche ?). **Il est nécessaire d'explorer plus en détail la relation à l'animal pour les enfants avec autisme et leur possible attention portée vers l'être humain.** Avant cela, nous allons présenter une revue critique de quelques études qui se sont penchées sur la question des interventions assistées par l'animal dans le cadre du syndrome autistique.

▪ ***Interventions assistées par l'animal dans le cadre du syndrome autistique***

En tant que population fragile, les enfants avec autisme bénéficient largement d'interventions assistées avec l'animal. Cependant, à notre connaissance, seules six études empiriques s'étendant sur vingtaine d'années s'y sont intéressées (Table 1 pour une synthèse ; Bass *et al.*, 2009; Burrows *et al.*, 2008; Martin & Farnum, 2002; O'Haire, 2010; Redefers & Goodman, 1989; Sams *et al.*, 2006).

Bien que ces études soient différentes dans leur protocole (*e.g.* personne présente, animal utilisé, moment de la rencontre ; table 1), elles s'accordent toutes sur leur but : montrer l'impact positif de l'animal. Ce potentiel manque de subjectivité ou d'impartialité pourrait influencer leurs résultats. Ces derniers vont d'ailleurs tous dans le même sens : les enfants avec autisme montrent plus d'interactions (envers l'animal et les humains présents) et leurs comportements "autistiques" diminuent (*e.g.* retrait social) en présence de l'animal. Nous présentons donc ici une revue critique de ces études.

Table 1 : Synthèse des 6 études empiriques portant sur des interventions assistées par l'animal pour les enfants avec autisme (avec TA: troubles autistiques, DT: développement typique)

Année	1989	2002	2006	2008	2009	2010
Auteurs	<i>Redefers & Goodman</i>	<i>Martin & Farnum</i>	<i>Sams et al</i>	<i>Burrows et al</i>	<i>Bass et al</i>	<i>O'Haire et al</i>
N	12	10	22	10	34 (15 TA)	81 (27 TA)
Age (ans)	5-10	3-13	7-13	4.5-14	5-10	5-13
Animaux	Chien		Chien, Lama, Lapin	Chien guide	Cheval	Cochon d'Inde
Personne présente	Thérapeute			Non-thérapeute		
Contact animaux	Pendant les sessions			Domicile	Pendant les sessions	En classe
Format	Individuel				2 groupes (dont 1 TA)	3 groupes (1 TA, 2 DT)

Redefer & Goodman (1989) sont les précurseurs dans l'approche scientifique des bénéfices des animaux pour les enfants avec autisme. Ils ont posé l'hypothèse que le chien (et, par extension, les animaux) serait un puissant stimulus multisensoriel pouvant remédier aux déficits sensoriels des enfants avec autisme. Les observations ont été réalisées sur un groupe d'enfants avec un thérapeute. Successivement, les séances se passaient sans animal, puis avec un chien, pour finir sur des séances sans l'animal. Le thérapeute était passif au début et à la fin alors qu'en milieu de séance, il tentait de susciter des interactions entre les enfants et le chien. Les résultats ont montré une augmentation des comportements sociaux des enfants (*e.g.* plus d'interactions avec le thérapeute et le chien) ainsi qu'une diminution des renfermements sur soi, et ce uniquement en présence du chien. Cette modification s'est estompée avec le temps, bien qu'elle a pu être encore observée - mais d'une manière plus faible - un mois après l'arrêt des séances avec le chien. Ceci laisse supposer que ces améliorations ne soient pas stables dans le temps. Quelques aspects peuvent amener à relativiser les résultats. Aucun groupe contrôle n'a été utilisé et les auteurs n'ont pas fourni de détails sur les comportements observés (*i.e.* quelles sont les interactions avec le chien, le thérapeute? Sont-elles identiques ou non?). De plus, les enfants ont été décrits comme "présentant des troubles autistiques" (*i.e.* retrait social, langage rare ou absent) mais aucun diagnostic n'a été posé ou, du moins, cette information n'a pas été mentionnée.

Il a fallu attendre une dizaine d'années pour voir un regain d'intérêt des chercheurs pour cette question. Martin & Farnum (2002) ont alors posé l'hypothèse que les animaux puissent agir en tant qu'objet transitionnel pour les enfants avec autisme (faisant écho aux travaux de Winnicott, 1986) et que le lien établi avec l'animal puisse être transféré aux être humains. Ils ont observé, à l'aide d'un éthogramme précis, chaque enfant à plusieurs reprises et ce dans trois conditions différentes : (1) avec un thérapeute et un ballon, (2) avec un thérapeute et un animal en peluche ou (3) avec un thérapeute et un chien spécialement entraîné pour des séances de thérapie. Les résultats ont indiqué que les enfants ont plus ri en présence du chien et qu'ils ont exprimé plus d'interactions sociales dans la 3^{ème} condition (avec plus d'interactions en direction du chien que du thérapeute). Enfin, les enfants ont plus souvent parlé du chien avec le thérapeute que des deux autres jouets, utilisant alors un langage plus approprié. Cependant, il est à noter que les enfants ont agité plus les mains en présence du chien, comportement dont la fonction n'a pu être établie (*e.g.* stéréotypie, expression du stress ou de la joie?). Là aussi, certains aspects pourraient nuancer les résultats puisque l'échantillon d'enfants était faible ($n=10$) et sans appariement à un groupe contrôle. De plus, trois chiens

d'aspect différent (*i.e.* taille) ont été utilisés, ce qui pourrait influencer les comportements de l'enfant.

Dans une ferme thérapeutique, l'équipe de Sams *et al.* (2006) a posé l'hypothèse que l'introduction d'animaux dans des séances d'ergothérapie pourrait améliorer l'attention des enfants avec autisme et donc influencer leurs comportements sociaux. Les enfants ont reçu chaque semaine, en alternance, des séances classiques d'ergothérapie et des séances incluant des animaux (*i.e.* le "classique" chien, mais aussi des lamas et des lapins). Les résultats sont restés succincts, évaluant juste l'occurrence et le temps moyen passé à parler ou à être en interaction sociale dans les deux conditions (séance classique ou avec animaux). Il s'est avéré que la production langagière et d'interactions sociales a augmenté en présence des animaux. Néanmoins, cette étude est fortement soumise à caution puisque de nombreuses limites peuvent être avancées. Tout d'abord, il existe des biais méthodologiques, tels que (1) l'absence d'évaluation de l'impact possible des séances entre elles, (2) l'absence de groupe contrôle et (3) la collecte de données consistant en des prises de notes sans méthode. De plus, aucune définition des comportements observés n'a été proposée. Enfin, dès la mise en œuvre du projet, les auteurs ont avancé qu'il y aurait des améliorations grâce aux animaux, mettant en péril l'objectivité scientifique de l'étude.

L'étude de Burrows *et al.* (2008) sort du cadre des séances thérapeutiques en intégrant le *chien de service*⁷ dans la vie quotidienne d'enfants avec autisme. Ces auteurs ont fait l'hypothèse que cette adoption pourrait améliorer la qualité de vie de l'enfant mais aussi de sa famille. Ils ont utilisé des méthodes qualitatives pour décrire les comportements de l'ensemble de la famille dans différents contextes, tout en les complétant par des entretiens parentaux. Les résultats ont montré que le chien était considéré comme un gardien de la sécurité de l'enfant (*e.g.* empêchant les fugues pendant la nuit), permettant l'augmentation du bien être de la famille (*e.g.* moins de stress pour la surveillance de l'enfant, plus d'activités effectuées en famille à l'extérieur). Les parents ont tous rapporté que leur enfant semblait être plus heureux grâce au chien. Le manque de rigueur dans la collecte de données soulève pourtant la question de la subjectivité : les auteurs ont-ils pu occulter des aspects négatifs de cette adoption (*e.g.*

⁷ Le chien est entraîné durant plusieurs mois pour remplir une fonction: maintenir l'enfant avec autisme en sécurité. Pour cela, le chien doit être capable de retenir un enfant qui s'enfuit (*e.g.* en utilisant son poids pour retenir ou stopper le mouvement). Pour cela, l'enfant est attaché au chien par un système de harnais. De plus, le chien doit répondre aux commandes données par les parents (*e.g.* stop, marche)

plus de travail pour les parents ?). Néanmoins, cette étude permet de considérer l'animal co-thérapeute dans une relation à plus long terme, en tant qu'animal familier. Il reste que le chien était contraint dans ses comportements par sa "formation".

Bass *et al.* (2009) ont présenté une approche plus standardisée de séances d'équithérapie, en proposant qu'elles puissent améliorer le fonctionnement social des enfants avec autisme. Ils ont ainsi comparé un groupe d'enfants qui ont eu accès régulièrement à ces séances pendant 12 semaines à des enfants sur liste d'attente. Les résultats ont montré des améliorations, tant sur la sensorialité des enfants qui ont pratiqué l'activité que leur motivation sociale et leurs capacités d'attention. Néanmoins, ces mesures ont reposé sur des échelles proposées aux parents ou aux professeurs, dont l'objectivité et les attentes par rapport à l'activité ne semblent pas avoir été prises en compte.

Pour finir, l'étude la plus récente (O'Haire, 2010) a déplacé son cadre de recherche à l'école afin de comparer l'évolution d'enfants avec autisme ou typiques suite à l'arrivée de cochons d'Inde dans leur classe. Les enfants de l'étude avaient des séances seul à seul pour interagir avec les animaux, en plus de leur présence permanente dans l'environnement scolaire pendant 8 semaines. Deux échelles d'évaluation proposées aux parents et aux professeurs ont révélé des changements pour l'ensemble des enfants. Par exemple, les enfants avec autisme ont significativement montré plus d'approches et moins de retrait social à l'école, alors que seul le retrait social a diminué à la maison. Les enfants typiques, eux aussi, ont présenté des améliorations tant de leurs compétences sociales qu'académiques, ainsi qu'une diminution de leurs problèmes de comportements. A la différence des autres études, plusieurs paramètres ont été contrôlés (*e.g.* suivi d'autres thérapies, attente des parents ou des professeurs par rapport aux animaux), ne révélant aucune influence sur les résultats. Néanmoins, cette étude - comme les autres - ne tient pas compte de l'effet "Hawthorne", c'est-à-dire qu'être l'objet d'une attention spéciale est associée à l'amélioration du moral des participants (Mayo, 1949 cité par Servais & Millot, 2003).

Ainsi, cette hétérogénéité de recherche recouvre aussi une hétérogénéité de problèmes, qui nécessite un point de vue critique sur les résultats. De plus, de nombreux paramètres démontrés comme importants dans la relation enfant typique - animal n'ont pas été pris en compte (*e.g.* présence d'un animal à la maison). Ainsi, ces recherches amènent autant de réponses qu'elles soulèvent de questions. Quel est l'impact à long terme des interventions assistées par l'animal ? Les améliorations montrées par les enfants avec autisme pendant ces

séances sont-elles généralisées à d'autres situations ? Quelles interactions expriment-ils avec leurs animaux familiers ? Quels facteurs sont importants dans ces relations ? Est-ce qu'un animal familier, quel qu'il soit, peut influencer le développement de l'enfant avec autisme ?

En conclusion, les relations établies entre les enfants et les animaux de compagnie consistent en un système d'interaction unique impliquant diverses modalités de communication et influencé par de nombreux facteurs. Les connaissances que nous en avons restent toutefois superficielles ou soumises à caution, notamment lorsqu'elles concernent les enfants avec autisme.

1.3. La notion de relation : un paramètre essentiel

1.3.1. Des interactions à la relation

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons à différents concepts qu'il est nécessaire de définir. En premier lieu, il est intéressant de rappeler que le phénomène **social** repose sur une interattraction ou attraction mutuelle entre les individus de **même espèce** (Rabaud 1937). Néanmoins, la notion de social est souvent présente dans les recherches sur les relations homme-animal de compagnie. Il serait donc plus approprié de parler de **pseudo-social** ou de **substitut social**, où ce lien particulier inter-espèce ressemble à un phénomène social, sans en être un *per se*. Ici, nous évoquons le fait que l'animal puisse être un partenaire pseudo-social pour l'enfant tout en gardant à l'esprit que la relation à l'animal n'est pas sociale par définition.

La complexité sociale est composée de plusieurs niveaux (Fig. 4) dont les interactions et les relations (Hinde, 1996). Ces deux niveaux, construits sur une base de réflexion intraspécifique, peuvent être aussi appliqués au contexte interspécifique (Hausberger *et al.*, 2008). Les interactions entre deux ou plusieurs individus sont des éléments basiques limités dans le temps et pouvant impliquer un ou plusieurs comportements (Hinde, 1976). Au minimum, une interaction suppose qu'un individu A montre un comportement X à l'individu B, B peut répondre avec un comportement Y. Cette séquence d'interaction peut être répétée, à l'identique ou non. La description d'une interaction repose sur ce que les individus font ensemble (*contenu*) et comment ils le font (*qualité*).

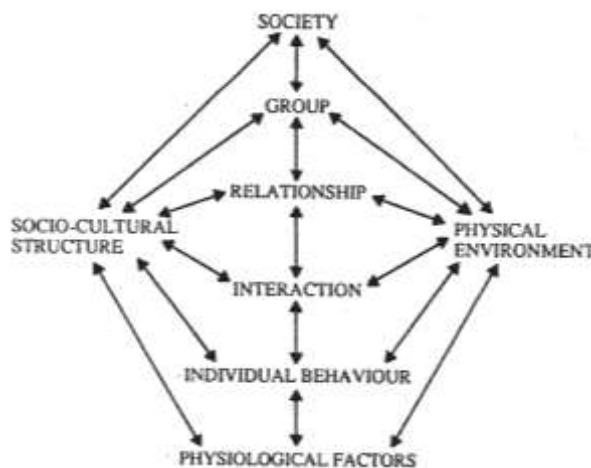


Figure 4: Les différents niveaux de complexité sociale (Hinde, 1996)

Une relation est définie comme le **lien** qui émerge une série d'interactions : les partenaires ont, sur la base de leurs expériences passées, des attentes à propos des réponses de l'autre individu (Hinde, 1979). En fonction de la perception des interactions (valence positive ou négative), les relations peuvent varier de la confiance et du réconfort jusqu'à la peur et le stress. Une fois établie, la relation n'est pas statique, chaque nouvelle interaction pouvant être influente, ou pouvant perdurer malgré une longue séparation (*e.g.* chevaux : Feh, 2005; homme-cheval, Sankey *et al.*, 2010).

1.3.2. Le lien intraspécifique et ses conséquences

Les animaux peuvent constituer de bons modèles de recherche en mettant en évidence des principes généraux de fonctionnement au delà de la simple espèce d'étude. Ainsi, les animaux, couramment utilisés dans les études de génétique ou de physiologie, tendent à l'être aussi dans des recherches comparatives visant à affiner la compréhension du développement de l'être humain (Gosling, 2001; Gottlieb & Lickliter, 2004; Hausberger & Gombert, 2008). Dans ce type de recherches, ce n'est pas la proximité génétique qui est recherchée, mais plutôt la convergence, c'est-à-dire des adaptations fonctionnelles similaires qui peuvent en effet apparaître dans différentes groupes phylogénétiques (Hausberger & Gombert, 2008). Ainsi, le cheval peut servir de modèle pour l'étude des effets du stress au travail (Fureix, 2010) ou de

l'impact des manipulations précoces (*i.e.* après l'accouchement) sur le développement (Henry *et al.*, 2009).

Ici, nous allons donc évoquer quelques études qui pourraient nous apporter un éclairage nouveau sur la question du lien. Lors de l'étude du développement de la communication vocale (*e.g.* langage), les meilleurs modèles animaux semblent être les mammifères marins et les oiseaux chanteurs, pour étudier par exemple l'acquisition des structures et des usages, l'apprentissage, la plasticité et les influences sociales (Hausberger & Gombert, 2008). Dans une première expérience, de jeunes étourneaux ont été élevés dans différentes conditions sociales (*i.e.* oiseaux en groupes sociaux, oiseaux par paires ou isolés) mais pouvant entendre les mêmes chants d'étourneaux adultes (Cousillas *et al.*, 2006; Poirier *et al.*, 2004). En comparant les effets de ces différentes conditions sur le développement cérébral, il est apparu qu'une privation sociale (*e.g.* être isolé) pendant le développement de l'animal perturbait le développement de son aire auditive centrale primaire (équivalent du cortex auditif primaire). Dans une seconde expérience, de jeunes étourneaux ont été élevés sans chant d'adulte, mais avec la possibilité d'entendre et d'interagir avec d'autres jeunes inexpérimentés (*i.e.* privation sensorielle). Des déficits ont été observés dans leur production vocale ou leur tonotopie (Cousillas *et al.*, 2004). Dans une troisième expérience, de jeunes étourneaux femelles ont été élevées avec d'autres jeunes inexpérimentés et un seul mâle adulte (*i.e.* "tuteur"; Cousillas *et al.*, 2008). Ce dispositif expérimental a assuré une ségrégation sociale (mais une présence physique) avec l'adulte puisque les jeunes femelles étourneaux forment préférentiellement une paire sociale avec un partenaire de même sexe et apprennent leurs chants d'un tuteur du même sexe (Hausberger *et al.*, 1995; Henry & Hausberger, 2001). Les résultats ont été similaires à l'étude de Cousillas *et al.* (2006), montrant ainsi que **le retrait social, conséquent à une séparation spatiale ou une ségrégation sociale dans un même espace, peut avoir le même impact qu'une séparation physique** (Cousillas *et al.*, 2006, 2008; Hausberger & Gombert, 2008). Ainsi, les problèmes de sensorialité observés chez le modèle animal semblent être une conséquence d'une privation ou d'un retrait social.

Ceci nous amène à reconsidérer l'étude de Gervais *et al.* (2004). En effet, celle-ci a conclu qu'une perturbation du traitement de l'information auditive sociale pourrait conduire les personnes avec autisme à un retrait social. Or, cette étude portant sur de jeunes adultes, nous pouvons poser la question : l'absence d'activation de l'aire STS est-elle la cause ou la conséquence du retrait social des personnes avec autisme ? Plus généralement, nous pouvons

nous interroger sur le lien qui existe entre altérations sociales et perturbations sensorielles : cause, conséquence ou influences réciproques ?

1.3.3. Le lien interspécifique et ses conséquences

Les conditions exceptionnelles d'expérimentation permettent l'étude approfondie des capacités des animaux à décoder et à utiliser des informations d'autres espèces. Certains jeunes oiseaux chanteurs sont capables d'apprendre aussi facilement des chants d'un tuteur vivant de la même espèce, d'une autre sous-espèce et même d'une autre espèce et les utiliser ensuite comme des éléments de leur propre répertoire. Par exemple, de jeunes bruants à couronne blanche (*Zonotrichia leucophrys*) naïfs, élevés à la main, vont être capables de produire de bonnes copies des chants de tuteurs, qu'ils soient exposés à des conspécifiques ou à des tuteurs bengalis rouges (*Amandava amandava*). De plus, ils ont préférentiellement copié le chant des tuteurs d'une autre espèce avec lesquels ils vivent et cela même s'ils entendent le chant de leurs conspécifiques (Baptista & Petrinovich, 1984, 1986). Parallèlement, un mâle bouvreuil pivoine (*Pyrrhula pyrrhula*) nourri par des canaris mais pouvant entendre des chants d'individus de son espèce, a appris le chant du père adoptif canari (Nicolai, 1959). Cela suggère que les relations peuvent être primordiales dans le développement, indépendamment du déterminisme génétique (Thieltges, 2010).

De plus, il a été montré que l'homme pouvait jouer le rôle de **substitut social** pour l'animal, particulièrement chez les individus en privation sociale. De jeunes étourneaux, privés de tout contact social et élevés à la main, ont ainsi montré un meilleur apprentissage vocal lorsqu'un substitut social (*i.e.* leur soigneur) se trouvait dans leur champ visuel lors de la diffusion des chants de leurs conspécifiques (Rousseau *et al.*, en préparation; Todt *et al.*, 1979).

Sans apprentissage intensif, certains animaux captifs familiers de l'homme ont été capables de discriminer des sons humains et notamment les langues humaines. A l'instar des nouveau-nés humains, les tamarins pinchés à tête blanche (*Saguinus oedipus*) peuvent différencier, sous certaines conditions, des phrases d'allemand des phrases de japonais (*e.g.* les deux langues ont des classes rythmiques différentes ; Tincoff *et al.*, 2005). Au contact de l'homme, avec un apprentissage plus ou moins intensif, certains animaux ont même présenté des

apprentissages exceptionnels: Hoover l'otarie (Ralls *et al.*, 1985), Alex le perroquet gris du Gabon (Pepperberg & Brezinsky, 1991) ou encore Kanzi le chimpanzé (Savage-Rumbaugh & Lewin, 1994). Par exemple, Alex pouvait identifier et nommer sans erreur cinquante objets différents, reconnaître les quantités jusqu'à six, comprendre des concepts comme "plus gros que...", "plus petit que...", "pareil que...", ou "différent de..." mais aussi la notion "non" (Pepperberg, 1997). Inversement, les animaux peuvent-ils amener l'homme à de tels apprentissages exceptionnels ?

1.4. Projet de recherche

1.4.1. Problématique

Les relations entre l'homme et l'animal se construisent sur la base de leurs différentes interactions (Hinde, 1979) impliquant différents canaux et modalités (Guyomarc'h, 1995). Or, chez les personnes avec autisme, la communication et les interactions réciproques sont altérées par rapport au développement typique (APA, 1994). Il existe différentes thérapies visant à atténuer les troubles autistiques et certaines y associent les animaux.

De nombreuses anecdotes suggèrent que les enfants avec autisme améliorent leurs compétences en présence d'animaux. Cependant, force est de constater que les preuves scientifiques restent rares, voire inexistantes. Ainsi, **pouvons-nous montrer que le lien à l'animal permet une récupération sociale et cognitive chez l'enfant avec autisme ?**

1.4.2. Démarche

Face à cette complexité, il nous a semblé essentiel de privilégier **une approche à l'interface de plusieurs disciplines**, à savoir, la psychologie du développement, la pédopsychiatrie et l'éthologie. **La psychologie du développement** apporte son expertise sur les changements dans le fonctionnement psychologique de l'humain au cours de sa vie, et surtout les étapes du développement. Les méthodes plus expérimentales sont un atout majeur en permettant notamment l'étude des influences du milieu social sur le développement en lien

avec les caractéristiques propres de chaque individu. **La pédopsychiatrie** recouvre l'étude, le diagnostic, le traitement et la prévention des troubles mentaux qui affectent les enfants. Pour cela, cette science dispose d'outils d'évaluation précis (*e.g.* ADI-R, Lord *et al.*, 1989; ADOS, Lord *et al.*, 1994), de classifications internationales (*e.g.* DSM IV, APA, 1994 ; CIM-10, WHO, 1994) et une expertise de l'ensemble des troubles pouvant atteindre les enfants. **L'éthologie**, étude des comportements, amène des méthodes de recueil de données et d'analyse, ainsi que des concepts applicables aux hommes et aux animaux. Dans une approche aussi complexe que les relations homme-animal, les principes de base de l'éthologie sont d'autant plus justifiés: attitude naturaliste, phase descriptive préliminaire ou encore répertoire comportemental (Servais & Millot, 2003).

La première étape est donc d'examiner **si les enfants avec autisme sont sensibles à leur environnement social**. Pour ce faire, nous avons étudié leur développement langagier (*e.g.* 1^{ers} mots). Afin de vérifier l'influence de l'environnement social, nous avons comparé ces paramètres selon le niveau d'éducation des parents, variable importante dans le développement chez les enfants typiques (Hoff *et al.*, 2002). D'un point de vue pratique, cette étude pourrait appuyer la nécessité des prises en charge précoces dans le cadre du syndrome autistique (ARTICLE 1).

La deuxième étape est d'identifier **si l'animal familier peut être considéré comme un partenaire pseudo-social pour les enfants avec autisme**. Afin d'établir les aspects spécifiques au syndrome autistique, nous avons effectué ici une comparaison aux enfants typiques. Nous avons porté une attention toute particulière à deux aspects :

(1) D'une part, nous avons étudié la relation enfant - animal grâce à des descriptions précises des parents, en incluant la dimension de l'animal à la maison tout comme la dimension plus large de l'animal en général. Nos buts sont ici :

- de caractériser les interactions entre les animaux familiers et les enfants avec autisme, de mettre en avant les facteurs qui influencent ces interactions (*e.g.* caractéristiques de l'enfant : âge, sexe) et, de façon plus générale, d'explorer l'intérêt porté aux animaux (ARTICLE 2)
- d'étudier les interactions entre les enfants et leurs animaux familiers en fonction de leur espèce, leur taille et leur apparence en lien avec les particularités du syndrome autistique (ARTICLE 3)

(2) D'autre part, en raison de l'absence d'étude scientifique sur les interactions entre les enfants avec autisme et leurs animaux familiers, nous avons cherché à caractériser cette relation en les observant directement en condition habituelle. Les premiers résultats issus de ces observations sont présentés ici (ARTICLE 4).

L'objectif est alors de tester **les éventuels apports de la relation aux animaux pour les enfants avec autisme**. Pour cela, nous avons de nouveau porté une attention toute particulière à deux aspects :

(1) D'une part, nous avons étudié la rencontre avec un animal non familier, nécessitant la création d'une méthodologie spécifique. Afin d'établir les aspects spécifiques au syndrome autistique, nous avons effectué une comparaison aux enfants typiques. Nos buts sont ici :

- de valider cette méthode en étudiant l'approche d'un animal non familier par des enfants typiques (ARTICLE 5)
- de comparer les stratégies d'approche d'un animal non familier employées par des enfants typiques à celles employées par des enfants avec autisme (ARTICLE 6)
- de comprendre les capacités d'attention des enfants avec autisme face différents types de stimuli (ARTICLE 7)

(2) D'autre part, en raison d'une faible littérature scientifique fiable quant à l'impact des animaux sur le développement du syndrome autistique, nous avons étudié le lien entre la présence ou l'arrivée d'un animal dans une famille et les compétences des enfants avec autisme (ARTICLE 8).

CHAPITRE 2

METHODOLOGIE GENERALE

METHODOLOGY

2. Méthodologie générale

Au cours de nos travaux, nous avons été amenés à prendre un certain nombre de décisions quant aux méthodes de recueil de données, aux sites d'observation et aux animaux utilisés. Ainsi, nous avons mis au point un certain nombre de traitements et d'outils afin de répondre au mieux aux objectifs de ce travail. Les protocoles propres à chaque thématique seront détaillés dans chacun des articles correspondants.

2.1. Les participants de la recherche

2.1.1. Les participants humains

Un aspect essentiel de ce travail a été de définir les participants humains avec lesquels nous souhaitons mener notre recherche. Bien que notre étude porte sur le syndrome autistique, nous avons souhaité un contrôle de nos résultats par l'appariement de sujets avec autisme avec des sujets "tout venants" évalués sans problème psychiatrique. Par la suite, nous avons déterminé les critères cruciaux pour nos cohortes, à savoir leur âge, leur genre, et leur niveau de langage (item 19 de l'ADI-R ; Lord *et al.*, 1994; voir 2.2.1.). Ainsi, au cours de cette étude, nous avons travaillé sur deux populations : (1) de sujets avec autisme et (2) de sujets au développement typique "tout-venants", qui ont servi de population contrôle (Table 1 pour synthèse). Aucun ne présente de handicap physique (*e.g.* en chaise roulante).

Toutes les familles ont été préalablement informées sur la recherche. Toutes ont donné leur consentement. Quatre vingt dix contrats de droit à l'image ont été signés avec les parents pour la participation de leurs enfants à des protocoles filmés (voir annexe 2).

▪ *Les participants avec autisme*

Sur l'ensemble de ce travail de recherche, 258 participants avec autisme et leurs familles ont participé à un ou plusieurs des protocoles. Ils ont été recrutés de deux façons, (1) *via* des

hôpitaux de jour spécialisés en psychiatrie de l'enfant (*e.g.* région champenoise) et (2) *via* le Centre de Ressources Autisme (CRA) Bretagne, localisé en Finistère (Bohars).

Le *sex ratio* typique de l'autisme d'une fille pour 5 garçons est respecté (*i.e.* 49 filles et 209 garçons ont été étudiés). Au cours de ce travail, ils étaient âgés en moyenne de 14.6 ans, ce qui nous permettait d'explorer nos questions sur une large gamme d'âge ou, au contraire, de nous focaliser sur une gamme plus restreinte pour certains aspects.

Grâce à des observations cliniques directes, un diagnostic d'autisme ou de syndrome d'Asperger a été posé pour les participants à notre recherche, en accord avec les critères du DSM-IV (APA, 1994) et de la CIM-10⁸ (WHO, 1994).

▪ *Les participants au développement typique*

Afin de mieux comprendre les spécificités du lien à l'animal dans le syndrome autistique, un groupe contrôle d'enfants au développement typique a été constitué. Nous avons veillé à respecter un *sex ratio* équilibré et concentré notre gamme d'âge à des enfants de 6 à 12 ans. Ainsi, ce groupe contrôle contient 85 enfants au développement typique et leurs familles qui ont participé à un ou plusieurs des protocoles. Il s'agit de 47 filles et 38 garçons, âgés en moyenne de 9.1 ans (voir table 1 pour détails). Le recrutement s'est fait *via* des écoles, des centres de loisirs, des annonces sur Internet ou par bouche à oreille.

Table 1: Distribution des sujets en fonction de leur diagnostic, leur genre et leur âge

	Syndrome autistique	Développement typique
Nombre de sujets	258	85
Sex ratio (♀/♂)	49/209	47/38
Âge moyen en année ($\bar{X} \pm SD$; min-max)	14.6 \pm 7.5 (6-34.2)	9.1 \pm 2.1 (6-12.9)

⁸ La CIM-10 (ICD-10, *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*, 10th edition) ou la classification internationale des maladies, 10^{ème} édition, enregistre les causes de morbidité et de mortalité touchant les êtres humains à travers le monde.

2.1.2. Les sujets animaux

Selon la question de recherche posée, notre intérêt s'est porté sur différentes espèces animales. Dans l'étude de la relation à l'animal familier *via* un questionnaire parental, nous n'avons eu aucune restriction d'espèces et pour l'approche *via* une observation directe, nous nous sommes intéressés uniquement aux espèces chien (*Canis familiaris*) et chat (*Felix catus*). Dans l'étude expérimentale avec un animal non familier, nous avons utilisé l'espèce cochon d'Inde (*Cavia porcellus*). Les espèces choisies pour chaque protocole seront détaillées par la suite.

2.2. Les méthodes de travail utilisées

Rappelons que nous avons choisi d'aborder notre objectif principal, *i.e.* les éventuels apports de la relation aux animaux pour les enfants avec autisme, d'un point de vue interdisciplinaire, en optant pour une méthodologie à l'interface de la pédopsychiatrie (*e.g.* outils d'évaluation standard), de la psychologie (*e.g.* expérimentations standardisées) et de l'éthologie (*e.g.* observations en condition habituelle).

2.2.1. Evaluation clinique des sujets avec autisme grâce à l'outil ADI-R

L'ensemble des sujets avec autisme a été évalué grâce à l'*Autism Diagnostic Interview-Revised* ou ADI-R (Lord *et al.*, 1994) par les équipes médicales qui ont collaboré à ce projet.

L'ADI-R est un entretien semi-structuré avec les parents, ou une personne qui s'occupe de l'enfant, conduit par un psychiatre qui permet de compléter un premier diagnostic du syndrome autistique. Cet outil permet la recherche des premières manifestations du trouble et leur évolution dans la petite enfance. En effet, il fait le point sur deux étapes du développement au moment de la passation : à l'âge de 4-5 ans (âge auquel les troubles autistiques sont habituellement les plus sévèrement exprimés ; Lord *et al.*, 1994) et au

moment de l'évaluation. L'ADI-R a été validée pour permettre une évaluation rétrospective, permettant une passation à tout âge.

Le but principal de l'ADI-R est d'obtenir une description détaillée des comportements qui sont altérés dans le syndrome autistique. Bien qu'un intérêt tout particulier soit porté à la triade comportementale d'altérations⁹, une variété d'autres comportements est aussi explorée, notamment les seuils de développement précoce (*e.g.* âge d'acquisition de la station assise). L'orientation de l'entretien repose sur des items définis au préalable qui sont cotés en fonction de la description précise du comportement recherché, de son intensité et de sa fréquence. Par exemple, l'item 19 cote le niveau global de langage de l'individu évalué. Le code 0 équivaut à une utilisation quotidienne et fonctionnelle d'un langage spontané incluant au moins trois mots et un verbe. À l'inverse, le code 2 correspond à un langage non quotidien et non fonctionnel. Enfin, le code 1 est une situation intermédiaire. Dans cette recherche, nous différencierons les enfants coté 0 (langage fonctionnel) des enfants cotés 1 et 2 (langage non fonctionnel).

Différentes stratégies, comme les références à des événements de vie importants ou des périodes remarquables dans l'année, permettent de préciser la datation des différents comportements. En outre, l'ADI-R présente de nombreux intérêts. Tout d'abord, il est adapté au syndrome autistique. Il en recouvre les critères diagnostiques et permet ainsi d'affiner le repérage clinique. De plus, en faisant participer les parents, le corps médical leur reconnaît indirectement un savoir et un savoir-faire. Enfin, un des intérêts majeurs de cette échelle d'évaluation est le suivi possible de l'évolution d'un enfant avec autisme. Néanmoins, l'ADI-R montre ses limites dans la subjectivité de sa passation. Par exemple, son déroulement et les cotations qui en découlent sont soumises à la personnalité du clinicien et sa propre capacité à interagir avec les parents de l'individu évalué (Tordjman *et al.*, 2002; pour une revue).

Pour limiter au maximum ce biais, l'utilisation de l'ADI-R nécessite un *intervieweur* expérimenté sur le plan clinique et un informant (*i.e.* parent(s) ou personne qui s'occupe de l'enfant), familier à la fois avec l'histoire du développement et avec le comportement quotidien actuel de l'individu évalué. Le temps de passation, incluant la cotation, se situe en moyenne entre 1h30 à 2h30 (pour la version longue, l'entretien peut durer jusqu'à 4 heures). L'individu évalué - qui est absent durant l'entretien - peut provenir de n'importe quel

⁹ les interactions sociales réciproques, la communication verbale et non verbale, ainsi que les comportements stéréotypés et les intérêts restreints

environnement et avoir n'importe quel âge, pour peu que ses capacités mentales atteignent un niveau de développement d'au moins deux ans.

Ainsi, au delà de son but principal, l'ADI-R a servi pour d'autres types d'étude. Il a été utilisé comme (1) outil de différenciation entre divers troubles développementaux (Mildenberger *et al.*, 2001), (2) outil prédictif du développement des troubles (Kamp-Becker *et al.*, 2009) ou (3) outil d'évaluation de l'efficacité d'un traitement (Toda *et al.*, 2004). Dans notre recherche, nous avons utilisé l'ADI-R de deux façons. D'une part, il nous a fourni les âges d'étapes-clés du développement langagier et sensori-moteur des sujets avec autisme (ARTICLE 1). D'autre part, il nous a permis l'estimation des changements comportementaux entre l'âge de 4 à 5 ans et le moment de la passation. Cette dernière approche est, à notre connaissance, totalement innovante (ARTICLE 8).

D'autres évaluations ont été effectuées, de façon plus ponctuelle avec l'ADOS¹⁰ (Lord *et al.*, 1989), la CARS¹¹ (Schopler *et al.*, 1980), ou encore l'évaluation de leur niveau d'efficacité intellectuelle par les échelles de Weschler¹² adaptées à l'âge et le K-ABC¹³ (Anastasi, 1988) (Tordjman *et al.*, 2002 pour une revue des instruments d'évaluation de l'autisme).

2.2.2. Les interactions entre enfants et animaux familiers

▪ D'après la littérature

Différents moyens peuvent être mis en application pour étudier les relations entre l'homme et l'animal de compagnie: approches par questionnaire ou entretien, ou observations directes (Serpell, 1983). Des études de cas ont été utilisées dans les recherches exploratoires sur les

¹⁰ L'*Autism Diagnostic Observation Schedule* est une échelle d'observation pour le diagnostic du syndrome autistique. Elle consiste à observer l'enfant dans une situation de jeu standardisée.

¹¹ La *Childhood Autism Rating Scale* est une échelle d'évaluation pour une évaluation quantifiable du syndrome autistique. Elle mesure les comportements de l'enfant lors des interactions avec les parents et les professionnels.

¹² Echelles de mesure de l'intelligence (QI), composées d'une échelle verbale et d'une échelle de performance.

¹³ La *Kaufman Assessment Battery for Children* est une batterie composée de différents tests, fournissant des notes standardisées dans différents domaines (processus séquentiels, simultanés, mentaux composites et connaissances). Il existe une échelle non verbale du K-ABC.

relations homme-animal d'un point de vue thérapeutique (Condoret, 1979; Levinson, 1962) laissant place assez rapidement aux études incluant une cohorte de taille plus ou moins importante.

Les approches par questionnaire ou entretien sont les méthodes les plus largement utilisées (e.g. Bjerke *et al.*, 1998; Paul & Serpell, 1993; Serpell, 1991). Bien qu'elles fournissent une quantité de données importante, elles souffrent de la subjectivité des participants. Dans le cas des recherches sur les relations entre enfants et animaux familiers, ces approches peuvent être menées (1) directement - poser les questions aux enfants quand leurs capacités langagières et de compréhension le permettent - ou (2) indirectement - poser les questions aux parents (Rost & Hartmann, 1994). Les questionnaires ou les entretiens parentaux semblent donner de meilleurs résultats, du moins dans l'étude des relations à l'animal (Bryant, 1986).

Les observations offrent des données quantitatives objectives mais elles sont couteuses en temps, notamment dans les études exploratoires. Elles restent à ce jour, une méthodologie relativement marginale (Filiatre *et al.*, 1988; Mertens & Turner, 1988; Millot *et al.*, 1988; Ricard & Allard, 1993).

Afin de répondre à nos objectifs, nous avons choisi d'utiliser ces deux techniques : (1) une approche par questionnaire dans le cadre d'un entretien parental semi-structuré et (2) des observations directes, pour explorer les interactions entre les enfants avec autisme et leurs animaux familiers. Outre leur complémentarité, elles disposent chacune d'un intérêt majeur pour notre recherche. D'une part, l'approche par questionnaire permet le recueil d'un grand nombre de données, pouvant traiter d'aspects longitudinaux. D'autre part, les observations directes permettent l'étude de la qualité des interactions et, plus largement, des comportements.

▪ *Les questionnaires parentaux*

Choix méthodologique

Plusieurs paramètres nous ont amenés à choisir la méthode des questionnaires parentaux par téléphone.

Premièrement, la question des relations entre les enfants avec autisme et leurs animaux familiers reste peu exploitées à notre connaissance. Cette approche par questionnaire permet un grand recueil de données en un temps relativement court et la sélection, par la suite, des enfants pour les observations directes (*e.g.* quel enfant a un chien chez lui). Deuxièmement, le syndrome autistique se caractérisant notamment par des altérations langagières (APA, 1994), nous avons privilégié le questionnaire parental. Enfin, les bases de données fournies par nos partenaires (*i.e.* hôpitaux de jour, Centre de Ressources Autisme) concernaient des familles réparties sur l'ensemble du Grand Ouest, la région parisienne ainsi qu'une partie de l'Est de la France. De par la dispersion géographique, la passation par téléphone s'est révélée indispensable. Nous aurions pu choisir une approche par auto-questionnaire (envoyé par courrier) mais cette technique, moins couteuse en temps, se révèle moins efficace, aussi bien dans la quantité ou la qualité des données collectées (De Singly, 2005).

Développement du questionnaire

Bien que de nombreux questionnaires sur la relation enfant typique et animal existent dans la littérature, nous avons créé notre propre questionnaire qui tient compte de la spécificité du syndrome autistique. De plus, les questionnaires existants s'intéressent plus aux attitudes face aux animaux qu'aux interactions elles-mêmes (Bjerke *et al.*, 1998; Kidd & Kidd, 1990; Pagani *et al.*, 2007; voir détails dans la partie 1.2.3). Pour cela, différents aspects ont été abordés, à savoir :

Les sujets. Nous avons choisi de ne pas appliquer de restriction d'âge sur les sujets avec autisme, afin d'avoir une vision globale des relations avec l'animal familier, au delà d'une tranche d'âge.

Les espèces animales. De la même façon, nous voulions une vision la plus exhaustive possible des relations existantes, sans imposer de limitation d'espèce.

Les interactions. La nature exploratoire de notre recherche nous a amené à nous focaliser sur des comportements simples (*e.g.* toucher, jouer) et exclure des comportements plus complexes (*e.g.* parler à l'animal puisque la moitié des sujets avec autisme n'ont pas de langage fonctionnel; Bailey *et al.*, 1996).

Les facteurs de modulation. Il a été montré que différents aspects pouvaient influencer les relations homme-animal, notamment

- le partenaire humain par son âge (Filiatre *et al.*, 1986; Melson, 1988), son genre (Rost & Hartmann, 1994; Wedl & Kotrschal, 2009), son expérience aux animaux (Bowd, 1984; Paul & Serpell, 1993), ou son intérêt envers les animaux en général (Pagani *et al.*, 2007)
- le partenaire animal par son espèce (Nielsen & Delude, 1989), son genre (Filiatre *et al.*, 1986), son âge (Filiatre *et al.*, 1986) ou encore la raison de son adoption (Macdonald, 1981),
- l'environnement familial par la composition de la fratrie (Melson & Fogel, 1996; Rost & Hartmann, 1994) et les caractéristiques des parents (Melson, 1988) tout comme par le cadre de vie (Bjerke *et al.*, 1998).

Ces aspects ont été inclus dans le questionnaire ainsi que d'autres, originaux, qui nous semblaient être importants parce qu'influents chez les enfants typiques ou régulant les relations interpersonnelles dans le syndrome autistique (*e.g.* niveau de langage de l'enfant avec autisme, origine de l'animal ou encore, pratique d'une activité extérieure avec des animaux; Montagner, 1995; Travis & Sigman, 1998).

Le questionnaire a été validé au préalable avec des parents (n=10; non inclus dans la recherche) dans les mêmes conditions de passation (entretien téléphonique) afin de vérifier la compréhension de sa structure et de ses questions. Nous avons été ainsi amenés, face aux réactions des parents, à présenter l'intérêt de ce travail dans le syndrome autistique et les possibles aspects thérapeutiques pour les enfants, avant de débiter la passation du questionnaire.

Structure du questionnaire

Compte tenu de la littérature et de nos objectifs, ce questionnaire parental est structuré autour de questions ouvertes et fermées sur les interactions que leurs enfants expriment avec leurs animaux familiaux et, de façon plus générale, sur leurs relations à l'animal. Les parents ont ainsi fourni des informations sur (1) la situation de la famille, (2) les caractéristiques de leur enfant, (3) son intérêt pour les animaux, (4) son expérience aux animaux et selon les situations, (5) les caractéristiques des animaux familiers et (6) les interactions entre l'enfant et leurs animaux. Une seule réponse étant possible par espèce présente, les parents ont choisi l'animal préféré des enfants (dans le cas où l'enfant ne semblait pas avoir de préférence, c'est

le premier adopté qui est retenu). La table 2, extraite de l'ARTICLE 2, récapitule l'ensemble des informations relevées dans le questionnaire parental.

Table 2 : Résumé des thématiques abordées et questions posées aux parents

Situation de la famille
Emploi et niveau d'éducation du père et de la mère (<i>INSEE 2003</i>)
Condition de vie (<i>rural / urbain; maison / appartement</i>)
Fratrie (<i>oui / non, aîné / pas aîné</i>)
Structure familiale (<i>famille biparentale / famille monoparentale / autre</i>)
Caractéristiques de l'enfant
Genre (<i>garçon / fille</i>)
Age (<i>en mois</i>)
Diagnostic (<i>autisme typique / syndrome Asperger / développement typique</i>)
Langage (<i>oui / non, selon l'ADI-R</i>)
Thérapie médicamenteuse ou autres thérapies (<i>oui / non</i>)
Possession d'animaux domestiques
Actuellement (<i>oui / non; si oui, nombre</i>)
A la naissance de l'enfant (<i>oui / non</i>)
Relation enfant-animal
Présence ou absence des interactions suivantes: <i>interactions tactiles, interactions visuelles (ou observation), jeu, nourrissage, promenade (chien), autres responsabilités (e.g. laver la litière ou l'aquarium, ouvrir/fermer la porte, brosser les poils), passer du temps avec l'animal.</i>
Relation privilégiée entre l'enfant et l'animal(<i>oui / non</i>)
Caractéristiques de l'animal
Espèce
Taille (<i>dans le cas du chien</i>): <i>petit, <10kg / moyen, entre 10 et 25kg / grand, >25kg</i>).
Genre (<i>male / femelle / inconnu</i>)
Lieu de vie principal (<i>intérieur / extérieur / les deux</i>)
Age à l'adoption (<i>jeune / adulte</i>)
Présence avant la naissance de l'enfant (<i>oui / non</i>)
Raison d'adoption (<i>pour quelle(s) personne(s) de la famille</i>)
Origine (<i>ami ou famille / refuge / animalerie / élevage / né dans la famille / petites annonces / recueilli</i>)
Attitudes envers d'autres animaux
Intérêt pour les animaux en général (<i>fort / moyen / restreint / indifférence / peur; échelle de Likert en 5 points</i>)
Activités extérieures avec des animaux (<i>équitation et dérivés / activités ferme / autres</i>)

Déroulement du protocole

Avant la passation du questionnaire, une phase informative sur la recherche a permis un recrutement plus efficace. Elle s'est passée soit (1) par courrier ou téléphone pour les familles de sujets avec autisme (effectuée par le médecin ou le psychiatre référent), soit (2) par annonce détaillée (mêmes informations) pour les autres familles. A partir de là, un accord verbal était donné pour la participation à la recherche. Au total, il y a eu moins de 3% de refus (principalement motivés par le manque de temps).

Après le recrutement des familles et la prise de contact initiale, chaque parent a déterminé un rendez-vous d'une heure pour la passation du questionnaire (toutes les passations ont été réalisées par la même personne). Cet entretien pouvait durer de 20 minutes (famille sans animaux) à une heure. Toutes les réponses ont été récoltées de façon anonyme. L'ensemble des données a ensuite été intégrée dans une même base de données pour analyse statistique. La table 3 résume les caractéristiques des sujets de cette recherche.

Table 3 : Distribution des sujets en fonction de leur diagnostique, leur genre et leur âge

	Syndrome autistique	Développement typique
Nombre de sujets	240	85
Sex ratio (♀/♂)	49/191	47/38
Âge moyen en année ($\bar{X} \pm SD$; min-max)	15 \pm 7.5 (6–34)	9.1 \pm 2.1 (6–12.9)
Structure familiale (biparentale/monoparentale)	194/46	65/20
Présence d'une fratrie (oui/non)	209/31	75/10
Environnement de vie (rural/urbain)	141/99	43/42

▪ *Les observations in situ*

Grâce à la revue de littérature et aux données collectées lors de la passation des questionnaires parentaux, nous avons mis en place une observation directe des interactions

entre des enfants de 6 à 12 ans et leur animal familier (*i.e.* chien et chat ; fig. 1). Les observations ont été réalisées à domicile, toujours entre 16H et 18h. Durant une heure, l'observateur - adoptant une attitude non participative et neutre - a filmé l'enfant dans son environnement. Ceci a permis l'enregistrement toutes les interactions entre l'enfant et son animal. L'analyse des vidéos a nécessité l'utilisation de méthodes d'échantillonnage des comportements. L'ensemble des données collectées est résumé dans la table 4.



Figure 1 : Photos des espèces animales impliquées dans l'observation directe des relations enfant - animal familier ; à gauche, deux races de chien différentes, à droite, un chat européen.

Nous développerons plus en détail le choix méthodologique, le déroulement du protocole ainsi que les mesures effectuées dans la partie introductive de l'ARTICLE 4 qui lui est consacré.

Table 4 : Récapitulatif des observations effectuées en fonction du groupe d'enfant et de l'espèce animale. En gras, le nombre de sujets et entre parenthèses, le nombre d'heures total de film réalisé

N= 30 (50H)	Enfants avec autisme	Enfants typiques
Chien	7 (13 heures)	8 (13 heures)
Chat	9 (14 heures)	9 (10 heures)

2.2.3. Les interactions entre enfants et animaux non familiers

Un de nos objectifs était de caractériser les interactions entre un enfant avec autisme et un animal non familier en y incluant (1) les stratégies comportementales d'approche de cet animal et (2) l'attention portée à ce stimuli non familier (animé mais non-humain) et à d'autres stimuli présents mais différents (*e.g.* humain).

▪ *D'après la littérature*

Différents méthodes peuvent être mises en application pour évaluer la réaction à un stimulus non familier. Dans le cas du syndrome autistique, les recherches utilisent le plus souvent des techniques d'imagerie cérébrale ou d'*eye-tracking*, *i.e.* de suivi du mouvement du regard (Ames & Fletcher-Watson, 2010; Sanders *et al.*, 2008 pour une revue), nécessitant un travail en laboratoire. Les sujets se voient alors présenter différentes images/photos (principalement centrées sur le visage) ou films dont le degré de familiarité diffère.

Toutefois, ces méthodes sont limitées par l'aspect statique et 2D des stimuli ainsi que par des conditions d'étude simplifiées conséquentes à la situation de laboratoire. Les chercheurs s'accordent sur la nécessité de mener ce type de recherche dans des environnements plus complexes, se rapprochant au maximum des conditions réelles de vie (*e.g.* Klin *et al.*, 2002, 2003).

Les méthodes utilisées en éthologie s'adaptent bien à ces exigences (Kingstone, 2009; Klein *et al.*, 2009) et ont précédemment montré leur efficacité dans l'étude du syndrome autistique (Pedersen & Schelde, 1997; Tardif *et al.*, 1995). De plus, l'éthologie offre de nombreux outils pour étudier la relation homme-animal (Waiblinger *et al.*, 2006) notamment les réactions des animaux face à un humain familier ou non familier (*e.g. cheval*: Fureix *et al.*, 2009, Hausberger *et al.*, 2008; chien: Vas *et al.*, 2005). De façon surprenante, les données sur les réactions des humains face à un animal familier ou non familier sont plus rares. A notre connaissance, seules trois études ont été réalisées, toutes en laboratoire. La plus ancienne, étudiant la rencontre de jeunes enfants avec un lapin non familier en cage (Hornik & Gunnar, 1988) a inspiré la comparaison des comportements émis par un jeune enfant face à un humain non familier, un lapin non familier et un jouet nouveau (Ricard & Allard, 1993). La dernière

recherche a, quant à elle, décrit les stratégies d'enfants et d'adultes rencontrant un chat non familier, insistant sur l'importance du 1^{er} contact tactile dans cette rencontre (Mertens & Turner, 1988).

▪ *Choix méthodologiques*

Nous avons ici choisi de nous détacher des études précédentes sur un ensemble de points afin de créer un test innovant permettant l'évaluation de la réaction des enfants face à un animal non familier : la *Strange Animal Situation*. Ce nom fait écho à la *Strange Situation* d'Ainsworth (Ainsworth *et al.*, 1978), où l'enfant se retrouve notamment face à un humain non familier.

Tout d'abord s'est posée la question du lieu de l'expérimentation. Bien que le laboratoire permette une standardisation pratique des expériences, il n'en reste pas moins un lieu *aseptisé* (*i.e.* dépourvu de toutes les stimulations que peut contenir un lieu de vie "normal") et non familier à l'enfant, pouvant entraîner une modification de son comportement. Le choix s'est donc porté sur le domicile de l'enfant afin que la seule variable non familière du test devienne l'animal. Cette contrainte spatiale a, en partie, conditionné le choix de l'espèce animale, à savoir un cochon d'Inde. Petit et facilement transportable, il a aussi été choisi pour ses caractéristiques esthétiques et comportementales. A la différence du lapin, c'est un rongeur au tempérament placide qui mord rarement et dont l'habituation à l'homme est très facile (Terril & Clemons, 1998). A la différence du chat, son individualité est peu marquée et il n'est pas (ou peu) initiateur d'interaction (Terril & Clemons, 1998).

Puisque la présence des parents lors d'une situation nouvelle semble rassurer les enfants (Belkin & Routh, 1975) et augmenter leurs comportements interactifs (Cox & Campbell, 1968), nous avons décidé d'inclure un parent non-participatif à l'expérimentation.

Enfin, comme expliqué précédemment, nous nous sommes intéressés aux enfants de 6 à 12 ans qui se trouvent en phase de socialisation intense mais encore très attachés à la cellule familiale (Deldime & Vermeulen, 1997).

▪ *L'espèce cochon d'Inde*

Statut phylogénétique

Le cochon d'Inde ou cobaye commun (*Cavia porcellus*, Linné 1758 cité par Wilson & Reeder, 2005) appartient à l'ordre des Rongeurs (*Rodentia*; dentition dépourvue de canine et comportant deux incisives à croissance continue) et à la famille des Cavies (*Caviinae*), familles regroupant différentes espèces de cobayes, de cavies et de maras. Il appartient au genre *Cavia* qui comprend 5 espèces de cochon d'Inde. *Cavia porcellus* est l'espèce domestiquée issue du cobaye sauvage *Cavia apéra*. Les cochons d'Inde domestiqués sont répartis en nombreuses races de robe et de couleur différentes (e.g. le péruvien à poils longs).

Evolution et répartition géographique

Le cochon d'Inde tient une place importante dans l'histoire de l'homme par ses statuts de ressource alimentaire, d'animal de laboratoire et de compagnie. Il vit à l'état sauvage dans les vastes prairies d'Amérique du Sud (Wilson & Reeder, 2005). Sa présence est tolérée autour des habitations et il a été domestiqué pour l'élevage.

L'espèce domestiquée a été introduite en Europe au 16^{ème} siècle par les Espagnols et a tout de suite été considérée comme animal de compagnie à travers le continent. A la fin du 18^{ème} siècle, Lavoisier l'utilise pour la 1^{ère} fois en laboratoire. Aujourd'hui, le cochon d'Inde est couramment utilisé en immunologie, en génétique, ou encore en nutrition (Terril & Clemons, 1998).

Description de l'espèce

Les cochons d'Inde sont des rongeurs de grande taille dont le poids varie entre 500g et 1.7kg et mesurent de 12 à 50 centimètres de long (Fig. 2). Bien que leur apparence varie selon leur race, l'adulte a un corps massif (pas de queue apparente) soutenu par des pattes relativement courtes. Les pattes antérieures se terminent par 4 doigts tandis que les postérieures n'en ont que 3. La tête est située dans le prolongement du corps, sans cou visible. Les oreilles, situées vers l'arrière, sont assez courtes, larges et fines, pouvant prendre une forme ondulante. Les yeux, situés latéralement, sont ronds, saillants et généralement noirs (pas de paupières visibles). Le museau arrondi a des narines écartées et dispose de vibrisses implantées dans toutes les directions. La bouche est petite, arrondie et située très bas sous le

museau. Comme tous les rongeurs, ils n'ont pas de canines et disposent de deux incisives qui poussent continuellement. Son apparence néoténique (*e.g.* grands yeux, tête ronde) participe à l'attractivité qu'il suscite chez l'homme (Gould, 1979).



Figure 2: Cochon d'Inde péruvien adulte

D'un point de vue physiologique, la température corporelle se situe entre 37°C et 38°C. Le rythme cardiaque est élevé (250 battements/minute). Le dimorphisme sexuel est peu marqué. Dès leur naissance, les petits diffèrent très peu des adultes, si ce n'est par la taille. Les femelles atteignent leur maturité sexuelle vers 4 à 5 semaines, les mâles sont plus tardifs (aux alentours de 9 semaines). En moyenne, les cochons d'Inde vivent six ans à huit ans au maximum (Terril & Clemons, 1998).

Comportements de l'espèce

La plupart des informations sur le comportement du cochon d'Inde proviennent d'observations sur des animaux en captivité - les données en condition naturelle restent évasives (*i.e.* les colonies sauvages semblent vivre en groupe non organisé avec un seul mâle et de nombreuses femelles; Terril & Clemons, 1998).

Comportements individuels

Dans un environnement calme et enrichi, les cochons d'Inde sont continuellement actifs sans période prolongée de sommeil. Les animaux élevés seuls sont actifs plus de 20 heures par jour (Jouvet-Mounier & Astic, 1966) sans réel pattern circadien, uniquement un évitement de la lumière trop vive (Terril & Clemons, 1998). Dans la nature, les activités sont apparemment plus importantes à l'aube et en soirée (King, 1956).

Les cochons d'Inde ont quelques comportements communs avec d'autres rongeurs domestiques (Terril & Clemons, 1998). Par exemple, la fuite est caractérisée par un

déplacement rapide avec des mouvements saccadés des pattes postérieures, mouvements qui continuent même après l'arrêt du déplacement. Les comportements d'exploration des individus et de l'environnement sont lents et intermittents. Les animaux approchent les individus inconnus et les objets avec une posture tendue attentive (*i.e.* tête en avant, corps tendu), le contact se fait uniquement par les vibrisses. Les comportements de nourrissage sont continus tant que la nourriture est disponible. Enfin, la défécation semble ne pas se faire avec une répartition spatiale particulière.

Comportements sociaux et communication

Les cochons d'Inde sont des animaux sociaux qui semblent vivre en groupe aussi bien pendant les périodes de repos que de déplacement (King, 1956). Les adultes se blotissent entre eux avec peu de toilettage mutuel, excepté entre mère-jeune et durant la période d'accouplement (King, 1956; Terril & Clemons, 1998). Les signaux olfactifs tiennent un rôle plus important que les signaux tactiles dans les interactions sociales (*e.g.* marquage, accouplement; Terril & Clemons, 1998). Mais avant tout, le moyen de communication privilégié par les cochons d'Inde sont les vocalisations, onze types différents ont pu être mis en évidence (Berryman, 1976). Enfin, les agressions - bien que communes en condition naturelle - sont rarement observées en condition domestique (Terril & Clemons, 1998).

▪ *Déroulement du protocole*

Avant l'expérience, l'observateur a donné différentes consignes à l'enfant et son parent. L'enfant était libre d'interagir ou non avec l'animal et aucun comportement n'était considéré comme bon ou mauvais. Le parent, quant à lui, devait rester à distance de l'animal et avoir une attitude neutre et non-participative (ni encouragement ni réponse aux sollicitations de l'enfant). L'observateur se tenait à distance, lui aussi avec une attitude neutre, ne se déplaçant que pour suivre l'enfant.

Après cela, l'observateur est resté seul dans la pièce d'expérimentation (*e.g.* pièce de vie) et y a installé l'ensemble de l'équipement. Il est composé d'une cage basique (70 x 40 x 20 cm) dont la grille et la maison de l'animal ont été retirées pour l'expérience. L'enfant a donc eu accès à l'animal dans un environnement standardisé où étaient présents l'animal, de la

nourriture (graines et foin) et de l'eau (Fig. 3). La litière était nettoyée avant chaque expérience. L'ensemble de l'expérience a été filmée par deux caméras, une sur trépied qui enregistrerait l'activité de l'animal dans la cage et une autre portée par l'observateur qui enregistrerait les comportements de l'enfant.



Figure 3 : Dispositif expérimental avec (1) le cochon d'Inde, (2) les granulés, (3) le foin, (4) de l'eau et (5) une litière de sciure et de papier

Lorsque l'équipement a été installé, l'observateur a simultanément allumé les deux caméras et a demandé à l'enfant et au parent d'entrer. L'expérience a commencé alors pour une durée de 15 minutes (Fig. 4). Une expérience a dû être stoppée avant la fin car l'animal a montré des signes de détresse (e.g. vocalisations de type aversif).

Dans le cas où l'enfant avec autisme n'a pas eu de contact tactile avec l'animal, il a été demandé au parent, à la fin de l'expérience, d'approcher l'animal avec l'enfant afin que le parent ne perçoive pas cette situation comme un échec.

Pour plus de détails, l'ARTICLE 5 reprend l'ensemble du protocole.



Figure 4 : Extrait d'une expérience avec, de gauche à droite, la caméra sur trépied, l'enfant caressant l'animal dans sa cage et la mère avec une attitude neutre et non participative

▪ Mesures

Ces observations - ainsi que celles réalisées avec l'animal familier - ont nécessité l'utilisation de méthodes d'échantillonnage des comportements. L'échantillonnage a été réalisé selon la méthode de recueil des données du *scan sampling* (*i.e.* regroupe un ensemble d'individus comme l'enfant et le chien ; ARTICLE 4) et du *focal sampling* (*i.e.* un seul individu cible comme l'enfant ; ARTICLES 5, 6, 7). Deux modes de notation des données ont été utilisés, à savoir l'*instantaneous sampling* (*i.e.* mode de notation des données à pas de temps régulier) et le *continuous recording* (*i.e.* tous les comportements sont relevés en continu) (Altmann, 1974; Martin & Bateson, 1993). Nous avons utilisé, d'une part, l'*instantaneous sampling* pour relever, par exemple, les distances entre l'enfant et l'animal, et d'autre part, le *continuous recording* pour relever le nombre de regards ou le nombre d'approche de l'enfant vers l'animal.

Les variables comportementales relevées lors de la *Strange Animal Situation* peuvent être relatives à la latence d'apparition d'un comportement (*e.g.* latence pour le 1^{er} contact tactile), binaires (*e.g.* présence / absence de comportement), spatiales (*e.g.* distance entre l'enfant et l'animal non familier), et enfin relatives à l'occurrence d'un comportement (*e.g.* nombre de comportements vocaux). La table suivante (table 5), synthèse des ARTICLES 5, 6 et 7 récapitule l'ensemble des variables comportementales que nous avons relevé lors de cette expérience.

Table 5 : Ensemble des variables comportementales émises par l'enfant et relevées lors de la Strange Animal Situation ; CI=Cochon d'Inde (ARTICLES 5, 6 et 7)

Type de données	Variable	Description
Latence	Latence d'approche	Temps entre l'entrée dans la pièce et l'arrivée à moins de 20cm de la cage (en sec)
	Latence de toucher	Temps entre l'entrée dans la pièce et le 1 ^{er} contact tactile avec le CI (en sec)
Binaire	<ul style="list-style-type: none"> Interactions verbales et vocales 	
	Parler à	Parler au CI ou à une personne (i.e. observateur ou parent) en utilisant le pronom tu ou des mots similaires (e.g. <i>tu es si mignon; maman, regarde</i>)
	Parler de	Parler du CI pour le décrire (e.g. <i>il est si mignon</i>)
	S'exclamer	Emettre un cri qui exprime, par exemple, l'excitation (e.g. <i>ohh, ahh, waou..</i>) à la découverte du CI
	Pointer	Utiliser l'index pour désigner un objet ou partager son attention avec autrui
	<ul style="list-style-type: none"> Interactions faciales ou visuelles 	
	Regarder vers	Avoir le regard tourné vers une personne/un objet cible (e.g. parent).
	Regarder indirectement	Observer le CI via la caméra sur trépied
	Sourire	Expression faciale avec sourcils non rapprochés et coins de la bouche rétractés
	Aller droit vers	Se déplacer en ligne droite vers la cage sans ralentir ou stopper la marche
	<ul style="list-style-type: none"> Interactions tactiles ou proximales 	
	Toucher le parent	Etablir un contact physique avec le parent
	Tête dans la cage	Mettre la tête à l'intérieur de la cage du CI
	Hésiter	Stopper ou retirer la main avant d'établir un contact tactile avec le CI
	Toucher le CI	Etablir un contact physique avec le CI - préciser la qualité (toucher - <i>mettre un ou plusieurs doigts sur le CI sans le/les bouger</i> - ou caresser (<i>bouger les doigts ou la main sur le corps du CI</i>) et la main utilisée (<i>droite ou gauche</i>)
	<ul style="list-style-type: none"> Intérêt pour des objets 	
	Caméra sur trépied	Observer et toucher la caméra sur trépied
	Objets du CI	Observer et toucher les objets appartenant à la cage (e.g. eau, graines...)
	Télévision	Allumer et regarder la télévision
	Manipulation	Prendre un objet et le faire bouger dans ses mains (e.g. jouet)
	<ul style="list-style-type: none"> Autres comportements 	
	Gestes autocentrés	Exprimer des comportements centrés sur soi-même (e.g. toucher les cheveux)
	Stéréotypies motrices	Exprimer des séquences de mouvements répétées sans but visible
	Stéréotypies verbales	Emettre des séquences de sons ou de mots répétées sans but visible
	Sortir	Quitter la pièce où se passe l'expérience
Pourcentage de temps (scan sampling 10 sec)	Spatial	Distance entre l'enfant et l'animal évaluée en distance de "bras de l'enfant" (contact, 0 to ½, ½ to 1, 1 to 1½, plus que 1½, hors de la pièce)
	Partie du corps proche du CI	Partie du corps la plus proche du CI (visage, main/bras, tronc, dos, jambe, pied)
	Direction du regard	Orientation des yeux (CI, personne, objet, autocentré ou vide)
	<ul style="list-style-type: none"> Comportement général 	
	Interaction avec CI	Etablissement d'un contact tactile, vocal ou autre vers le CI
	Interaction avec humain	Etablissement (avec réponse du receveur) ou tentative d'établissement (sans réponse du receveur) vers une personne (observateur ou parent)
	Utilisation objet	Prendre un objet en main, avec ou sans manipulation (e.g. jouet)
	Comportement vocal	Emettre des paroles
	Se déplacer	Marcher ou courir dans la pièce
	Stéréotypies	Exprimer des séquences de mouvements, de sons ou de mots répétées sans but visible

2.2.4. Les analyses statistiques

Dans certains protocoles, il a été impossible de contrôler parfaitement les effectifs des groupes, tant sur les variables indépendantes (*e.g.* genre ; conséquent au *sex ratio* déséquilibré dans le syndrome autistique) que sur les données obtenues lors des observations (*e.g.* le fait de toucher ou non l'animal non familier). Une telle approche ne permet donc pas, par comparaison avec une approche purement expérimentale, de planifier *a priori* les effectifs des groupes considérés pour les analyses.

De plus, le protocole portant sur les interactions avec l'animal familier (ARTICLE 4) impliquait des effectifs modestes, en raison de la durée nécessaire à l'observation et aux contraintes des familles. Enfin, la majorité des données obtenues n'était pas répartie suivant une distribution normale.

L'ensemble de ces caractéristiques nous a donc amené à réaliser principalement des tests statistiques non paramétriques (Siegel & Castellan, 1988), mais aussi des analyses descriptives du type analyse factorielle ou classification hiérarchique et certaines analyses multivariées de type modèle linéaire généralisé, robustes et pour lesquelles nous n'avons pas trouvé d'équivalence en statistique non paramétrique.

CHAPITRE 3

SENSIBILITE DES ENFANTS AVEC
AUTISME A L'ENVIRONNEMENT SOCIAL
*SENSITIVITY OF CHILDREN WITH AUTISM
TO SOCIAL ENVIRONMENT*

3. La sensibilité des enfants avec autisme à l'environnement social

Dès le plus jeune âge, les enfants se développent sous l'influence de leur patrimoine génétique, de leur fonctionnement physiologique et métabolique ainsi que de leur environnement physique et social. Naturellement, il serait logique que chacun de ces paramètres puissent influencer le développement de l'enfant avec autisme. Cependant, l'étude de la littérature révèle une situation tout à fait différente. Tandis que les influences génétiques (Muhle *et al.*, 2004) ou physiologiques (Herbert, 2010) sont largement étudiées, l'influence de l'environnement, surtout social, reste un sujet de recherche marginal. L'aspect le plus flagrant reste le peu, voire l'absence, d'intérêt, porté aux parents comme source de variation dans le syndrome autistique. Ce manque pourrait être une conséquence de la théorie des "mères réfrigérateurs", qui est aujourd'hui obsolète (Bettelheim, 1967).

Ainsi, que savons-nous des influences sociales dans le développement des enfants typiques ? Un exemple concerne l'apprentissage du langage. Dans un environnement ordinaire, bien que tous ces enfants apprennent à parler, ils diffèrent dans le développement dans leur langage (*e.g.* taille et complexité du vocabulaire; Hoff, 2006). Cette variabilité est en partie héritée du patrimoine génétique. L'environnement, et surtout l'influence parentale joue toutefois un rôle dans l'explication de ces différences interindividuelles. Par exemple, le niveau socioéconomique des parents, notamment leur niveau d'éducation, crée différentes conditions de vie à différents niveaux sociaux (Kohn, 1963). Ainsi, les mères de haut niveau d'éducation, par la qualité et la quantité de langage utilisé avec leurs enfants, vont les amener à un développement plus précoce et plus complexe que les enfants de mère de bas niveau d'éducation (Hoff, 2006; Hoff *et al.*, 2002). Les études portant sur l'influence du père sont plus rares (Pancsofar & Vernon-Feagans, 2006). De tels paramètres n'ont, à notre connaissance, jamais été explorés dans le cadre du syndrome autistique.

Au vu de ces éléments, nous avons testé dans notre première étude si des enfants avec autisme présentaient un développement langagier différent selon le niveau d'éducation de leur père et/ou de leur mère. Cette étude a donné lieu à une publication [*Environmental factors influence language development in children with autism spectrum disorders*, PloS One, 2009, 4, 4, e4683].

PloS One, 2009, 4, 4, e4683

Environmental Factors Influence Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders

Marine Grandgeorge¹, Martine Hausberger¹, Sylvie Tordjman²,
Michel Deleau³, Alain Lazartigues⁴, Eric Lemonnier⁴

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552, Ethologie animale et humaine, Rennes, France

² Département de psychiatrie, CHU Guillaume Régnier, Rennes, France

³ Université Rennes 2, CRPCC, EA 1285, Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, Rennes, France

⁴ Service de Pédiopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, France

SYNTHESE DE L'ARTICLE 1

Questions. Les enfants avec autisme sont-ils totalement insensibles à leur environnement social ou, au contraire, leur développement est-il modulé par leurs expériences ? Est-il possible d'observer des différences entre les enfants avec autisme dans les capacités langagières ? Le niveau d'éducation des parents influence-t-il le développement du langage chez les enfants avec autisme, comme observé chez les enfants au développement typique ?

Méthodes. Pour répondre à ces questions, nous avons utilisé l'*Autism Diagnostic Interview-Revised* (ADI-R ; Lord *et al.*, 1994) pour comparer les caractéristiques de développement précoce de 162 enfants avec autisme en fonction du niveau d'éducation de leurs pères et de leurs mères. Nous nous sommes intéressés à deux types de développement en lien direct ou non avec les influences sociales : le langage (*i.e.* âge des premiers mots, des premières phrases et niveau global au moment de l'évaluation) et les compétences sensori-motrices (*i.e.* âge de la station assise, de la marche et de la propreté diurne et nocturne).

Résultats. Les enfants avec autisme qui sont élevés par des pères et des mères de haut niveau d'éducation (> bac+2) ont un développement du langage plus précoce. De plus, les enfants avec autisme qui sont élevés par des mères de haut niveau d'éducation prononcent leurs premiers mots et premières phrases significativement avant les autres enfants. Cette influence du niveau d'éducation est d'autant plus marquée si l'on s'intéresse aux mères. Aucune différence n'est observée pour le développement sensori-moteur de ces enfants avec autisme.

Conclusions. Les caractéristiques précoces du langage chez les enfants avec autisme sont influencées par le niveau d'éducation des parents, avec une influence plus marquée du niveau d'éducation des mères. Ainsi, bien qu'une transmission génétique des capacités cognitives ne puisse pas être exclue, nos résultats suggèrent que les enfants avec autisme sont sensibles à leur environnement social. Ceci ouvre de nouvelles voies de recherche et appuie les démarches thérapeutiques mises en place dès le plus jeune âge dans les troubles autistiques.

Environmental Factors Influence Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders

Marine Grandgeorge^{1*}, Martine Hausberger¹, Sylvie Tordjman², Michel Deleau³, Alain Lazard⁴, Eric Lemonnier⁴

1 Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552 CNRS – Ethologie animale et humaine, Rennes, France, **2** Department of Child and Adolescent Psychiatry, CHU Guillaume Rigné, Rennes, France, **3** Université Rennes 2, CRPCC, EA 1283, Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, Rennes, France, **4** Service de Pédiopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, Bohars, France

Abstract

Background: While it is clearly admitted that normal behavioural development is determined by the interplay of genetic and environmental influences, this is much less the case for psychiatric disorders for which more emphasis has been given in the past decades on biological determinism. Thus, previous studies have shown that Autistic Spectrum Disorders (ASD) were not affected by parental style. However, animal research suggests that different behavioural traits can be differentially affected by genetic/environmental factors.

Methodology/Principal Findings: In the present study we hypothesized that amongst the ASD, language disorders may be more sensitive to social factors as language is a social act that develops under social influences. Using the Autism Diagnostic Interview-Revised, we compared the early characteristics of sensori-motor and language development in a large sample of children with ASD ($n=162$) with parents belonging to different levels of education. The results showed that children raised by parents with a high level of education displayed earlier language development. Moreover, they showed earlier first words and phrases if their mother was at a high level of education, which reveals an additional gender effect.

Conclusions/Significance: To our knowledge this study may trigger important new lines of thought and research, help equilibrate social and purely biological perspectives regarding ASD and bring new hopes for environmentally based therapies.

Citation: Grandgeorge M, Hausberger M, Tordjman S, Deleau M, Lazard A, et al. (2009) Environmental Factors Influence Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. PLoS ONE 4(4): e4683. doi:10.1371/journal.pone.0004683

Editor: Bernhard Baune, James Cook University, Australia

Received: September 5, 2008; **Accepted:** January 18, 2009; **Published:** April 9, 2009

Copyright: © 2009 Grandgeorge et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Funding: Funding for the research was provided by the Fondation Pierre et Adrienne Sommer. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.

* E-mail: marine.grandgeorge@univ-rennes1.fr

Introduction

Although the nature/nurture debate may seem to belong to past history, the question of how genetic/experiential factors affect behavioural development remains very vivid [1]. Both genetic and environmental factors are involved in the determinism of aspects like temperament, but their relative weights may vary according to the trait being considered [e.g. 2]. As mentioned by Gosling [3], animal studies are very useful as they can reveal the interplay between different factors. Thus, horses with highly sensitive phenotypes [e.g. 4] may develop abnormal behaviour (such as stereotypes) as a consequence of unfavourable environmental conditions [e.g. 5] (See [6,7] for reviews).

These animal studies provide useful framework to study normal and pathological behaviours of humans as a result of such interplay. Thus, twin studies show that parenting influences children's prosocial behaviours and acts as a "modulation" of genetic influences. This is especially true in the case of psychiatric disorders: despite a strong genetic basis [8], schizophrenia can be shown to be influenced by parenting profiles [9] as well as by factors such as an infectious disease during mid-pregnancy [10].

The weights attributed to genetic/environmental factors by authors are also often subject to variations along with "science history", especially where psychiatric disorders are concerned [11].

Thus, Autistic Spectrum Disorders (ASD) characterized by social and communication deficits and repetitive or stereotypic behaviour [12] have been for a long while attributed to environmental factors such as mothering (i.e. "refrigerator mother" [13]) or diseases (e.g. congenital rubella [14]). After reacting against the theory of lack of maternal affection during the '50s and '60s, research radically turned towards a neural and cognitive hypothesis [e.g. 15]. Since developments of genetic and neurology technologies during the '90s, more emphasis has been clearly given to biological (i.e. genetic) bases for these disorders (see [16] for review). The well-known social withdrawal of children with ASD has been attributed lately to deficits in the *superior temporal sulcus* voice selective regions: hearing and processing impairments based on developmental biological deficits could lead to social withdrawal [17].

Here again, animal studies suggest a much more complex situation. Thus, social experience is crucial for the development of

the central auditory area in young songbirds [18,19]. More interestingly, social segregation may induce the same deficits in a central auditory area as physical isolation and/or auditory deprivation [20]. Direct social contact with adults and the quality of interactions may strongly influence both vocal and perceptual development both in birds and humans [21,22].

Researchers generally acknowledge that ASD are not affected by parental style but one can wonder whether as in animals [2], different behavioural traits are differently affected by genetic/environmental factors. The above mentioned results suggest that language development may be strongly affected by social factors and language abnormalities are the first observed deficit observed in more than half the families of children with ASD [23,24].

Normally language development of children raised by parents with a high level of education is faster than that of children raised by parents with a low level of education (e.g. lexical richness [25]). In addition, parents' monitoring of language interactions with children differs according to their socioeconomic status [e.g. 26]. Moreover, mothers and fathers appear to influence children in different ways [27].

In the present study, we hypothesized that parental characteristics influenced language development in children with ASD. We compared early characteristics of language development (using *Autism Diagnostic Interview-Revised*, ADI-R; [28]) for a large sample of children with ASD of parents with different levels of education. These data were compared on similarly acquired items on other non language variables. Our results demonstrate for the first time that parental characteristics (i.e. level of education and gender) can influence language development of children with ASD. This finding may trigger important new lines of thought and research (on the mechanisms underlying this influence, stimulate investigations on exact links between parents' level of education and their language inputs to their children), help equilibrate social and purely biological perspectives regarding ASD and bring new hopes for environmentally based therapies.

Methods

Children

All children were recruited from the "Centre de Ressource Autisme", Brest, France ($n = 162$, 135 males and 27 females, mean age at assessment, in months \pm SD (min-max): 98 ± 54 (37–373); other demographic data in Table 1). They all met the criteria of the *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th edition* [12] and *International Classification of Diseases* [29] for ASD. All the recruited children were French natives, lived in intact families, were physically healthy and were at least 33 months old.

Parents

The level of education of each parent was scored independently (Table 1). According to the French INSEE 2003 classification, three categories were considered: (1) low level of education (*low education status* or *LES mother* and *LES father*; a professional schooling or no education), (2) mid level of education (*mid education status* or *MES mother* and *MES father*; high school and first years at college) and (3) high level of education (*high education status* or *HES mother* and *HES father*; completed college and graduate school). Mothers and fathers could have different or similar levels of education.

Measures

Behavioural assessments were performed using the Autism Diagnostic Interview Revised (ADI-R) for the children with ASD [28]. The ADI-R, an extensive, semi-structured parental interview, was conducted by trained psychiatrists and administered to

Table 1. Characteristics of the participants and both their mothers and their fathers.

N	162
Gender	
Male	135 (83.3%)
Female	27 (16.7%)
Variables (Mean \pm SD ; min-max)	
Age at assessment (months)	98 \pm 54 (37–373)
Age at birth (weeks)	38.7 \pm 2.8 (28–42)
Height at birth (cm)	49.5 \pm 3.1 (36–57)
Weight at birth (g)	3290 \pm 675 (1220–4770)
Level of education of parents	
Low level of education	
Mother	53 (32.7%)
Father	64 (39.5%)
Mid level of education	
Mother	26 (16.1%)
Father	26 (16.1%)
High level of education	
Mother	83 (51.2%)
Father	72 (44.4%)

doi:10.1371/journal.pone.0004683.t001

the parents together. As both parents responded together, their answers were not independent and the child's score correspond to their common joined response. The ADI-R scale assessed the three major domains of autistic impairments: reciprocal social interactions, verbal and non-verbal communication, stereotyped behaviours and restricted interests. Based on direct clinical observation of each child by independent child psychiatrists, a diagnosis of ASD was made according to the DSM-IV [12] and ICD-10 [28] criteria and was confirmed by the ADI-R ratings.

Parents were asked questions about their children's language and sensori-motor development.

Language criteria used were. (a) Age of *first single words* (in months, *first single words* refer to words used repeatedly and consistently for the purpose of communication with reference to a particular concept, object or event and keep out "dad" and "mum"; children were considered as *delayed* when they used their *first single words* after 24 months old and as *normal* or *non delayed* when they used their *first single words* before 24 months old). (b) Age of *first phrases* (in months, *first phrases* must be consist of two words, one of which must be a verb and keep out attribute-noun combinations nor echolalic speech nor phrases that might have been learned as a single word to convey a single meaning; children were considered as *delayed* when they used their *first phrases* after 33 months old and as *normal* or *non delayed* when they used their *first phrases* before 33 months old). (c) *Overall level of language* used by the children was coded in two categories: they either possessed sufficient verbal skills (daily, functional use of three-word phrases that sometimes included a verb) or they did not (no functional use, mostly single words phrases or fewer than five words used on a daily basis). Finally (d) *abnormality of development evident at or before 36 months*; each child was given a score that added (1) the age when parents first noticed something was not quite right in their child's language, relationships or behavior (if observed <36 months, score 1), (2) the age when abnormalities first became evident (if observed

Table 2. Range, mean age \pm SD of first single words and first phrases pronounced by children, the number and percentage of associated categories (*delayed*, *non delayed* and *not achieved*) according to the level of education of mothers and fathers.

	Mothers' level of education			Fathers' level of education			TOTAL
	Low level of education	Mid level of education	High level of education	Low level of education	Mid level of education	High level of education	
Age of first single words (months)							
Mean \pm SD	32.2 \pm 18.5	23.0 \pm 9.8	24.0 \pm 14.0	26.4 \pm 13.3	28.9 \pm 16.3	24.1 \pm 10.8	26.4 \pm 15.3
Min-Max	8-84	12-48	6-72	6-84	8-84	9-42	6-84
Non delayed (before 24 months old)	18 (11.1%)	14 (8.6%)	43 (26.6%)	75 (46.3%)	23 (14.2%)	11 (6.8%)	75 (46.3%)
Delayed (after 24 months old)	30 (18.5%)	11 (6.8%)	32 (19.8%)	73 (43.1%)	34 (21.0%)	12 (7.4%)	73 (45.1%)
Not achieved	5 (3.1%)	1 (0.6%)	8 (4.9%)	14 (8.6%)	7 (4.3%)	3 (1.8%)	14 (8.6%)
Age of first phrases (months)							
Mean \pm SD	45.3 \pm 14.9	44.6 \pm 27.5	34.7 \pm 14.5	39.8 \pm 18.0	41.2 \pm 15.2	44.8 \pm 23.4	39.8 \pm 18.0
Min-Max	18-72	18-120	11-77	11-120	18-72	16-120	11-120
Non delayed (before 33 months old)	8 (4.9%)	9 (5.6%)	31 (19.1%)	48 (29.6%)	15 (9.5%)	4 (2.5%)	48 (29.6%)
Delayed (after 33 months old)	33 (20.4%)	11 (6.8%)	31 (19.1%)	75 (46.3%)	34 (21.0%)	14 (8.8%)	75 (46.3%)
Not achieved	12 (7.4%)	6 (3.7%)	21 (13.0%)	39 (24.1%)	15 (9.5%)	8 (4.9%)	39 (24.1%)

doi:10.1371/journal.pone.0004683.t002

<36 months, score 1), (3) the interviewer's judgement on the age when developmental abnormalities probably first became manifest (if observed <36 months, score 1), (4) the age of the first single words uttered (if observed >24 months, score 1), and (5) the age of the first phrases uttered (if observed >33 months, score 1). The higher is the score, the higher is the abnormality of development evident at or before 36 months.

Sensori-motor criteria used were. (a) *Age of sitting unaided on flat surface* (in months; the age when the child first sat, without support, on a flat surface. Children were considered as *delayed* when they first sat after 8 months old and as normal or *non delayed* when they first sat 8 months old). (b) *Age of walking unaided* (in months; the age when the child walked without holding on. Children were considered as *delayed* when they walked unaided after 18 months old and as normal or *non delayed* when they walked unaided before 18 months old). (c) *Age of bladder control acquisition during daytime* (in months; the age when the child was first dry for 12 months without accidents). (d) *Age of bladder control acquisition during the night* (in months; the age when the child was first dry for 12 months without accidents). Finally, (e) *age of bowel control acquisition* (in months; the age when the child was first continent for 12 months without accidents).

All the data are confirmed by the health card of each child, a medical document filled out at each stage of the life (e.g. weight, height, age of the first walk, diseases). Verbal informed consent was given by parents and the protocol was approved by the ethics committee of Bicêtre Hospital.

Statistical analyses

The analyses were conducted in four steps, using Minitab® software and an accepted p level of 0.05. Kruskal-Wallis tests compared ages of *sitting unaided on flat surface*, *walking unaided*, *bladder control acquisition during daytime*, *bladder control acquisition during the night*, *age of bowel control acquisition*, *first single words*, *first phrases* according to the three levels of education of both mothers and fathers. Post hoc pair-wise comparisons were then applied using Mann-Whitney U-tests. Chi-square tests assessed the relationships between the three levels of education of both mothers and fathers and the following qualitative variables: *first single words* and *first phrases* (*non-delayed* and

delayed children). ANOVA test and post hoc Tukey's test assessed the relationships between the three levels of education of both mothers and fathers and the quantitative date of *abnormality of development evident at or before 36 months* (scale with six levels coded 0 to 5). Binary logistic regression assessed the relationships between the *overall level of language* and the three levels of education of both mothers and fathers, taking into account the age of children at assessment. Factors were used both in independence and in interaction (age \times level of education).

Results

A clear influence of the educational levels of parents appeared on language development while no such effect was observed on sensori-motor development.

Language development

Age of first single words. One hundred and forty-eight children (91.4%) had used their *first single words* and this had occurred on average at 26.4 ± 15.5 months (min: 6; max: 84). Seventy-five children (46.3%) uttered their *first single words* before 24 months (i.e. *non delayed*) and 73 children (41.1%) uttered their *first single words* after 24 months (i.e. *delayed*). Fourteen children (8.6%) of the cohort had not yet pronounced their *first single words* when they were assessed even though they were 82.0 ± 68.3 months old (min: 37; max: 309) (Table 2).

Fathers' levels of education did not influence significantly age of *first single words* (Kruskal-Wallis test: $n = 147$, $H = 3.09$, $p = 0.21$; Figure 1A) but mothers' levels of education did (Kruskal-Wallis test: $n = 147$, $H = 7.12$, $p = 0.03$; Figure 1A). Thus, *LES mothers'* children pronounced their *first single words* later than *HES mothers'* children and *MES mothers'* children ($\bar{X} = 32.1 \pm 18.5$ months, $\bar{X} = 24.0 \pm 14.0$ months, $\bar{X} = 23.0 \pm 9.8$ months respectively, $n_L = 48$, $n_M = 74$, $U = 3428$, $p = 0.01$, $n_L = 48$, $n_M = 25$, $U = 1942$, $p = 0.05$; Figure 1A) *MES mothers'* children and *HES mothers'* children did not differ significantly ($n_M = 25$, $n_H = 74$, $U = 1289$, $p = 0.76$; Figure 1A).

Eighty-seven children (53.7%) of our cohort appeared to be *delayed*. The *non delayed* group and the *delayed* group differed

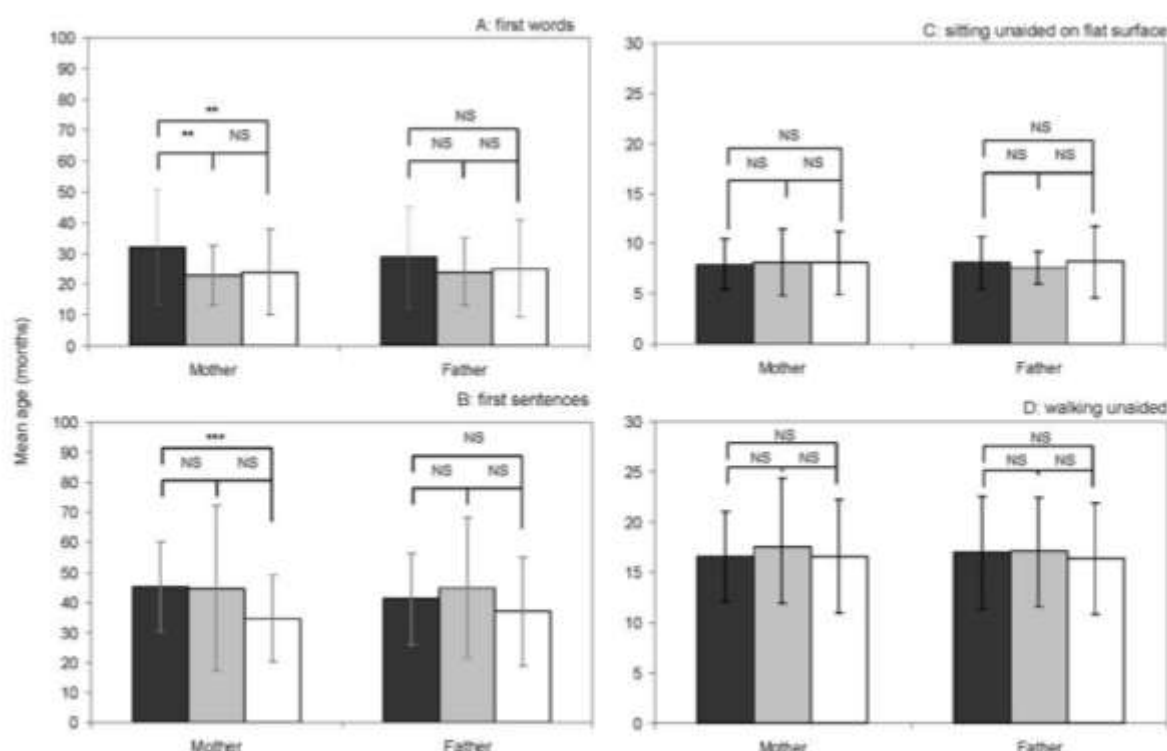


Figure 1. Mean age of the children for first single words (A), first phrases (B) sitting unaided on flat surface (C) and walking unaided (D) according to level of education of mothers and fathers. Error bars show standard deviation. Black bars represent the group of low level of education. Grey bars represent the group of mid level of education. White bars represent the group of high level of education. Level of significance: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ (Mann Whitney U-test). doi:10.1371/journal.pone.0004683.g001

according to levels of education of both mothers and fathers under random distribution (all χ^2 tests $p < 0.001$). Children of the *non delayed* group were mostly raised by *HES mothers* and *HES fathers*, whereas *LES fathers* children, *MES mothers* and *MES fathers* children were less represented under random distribution (all χ^2 tests $p < 0.001$; Figure 2A). Children of the *delayed* group were mostly raised by *HES mothers*, *LES mothers*, and *LES fathers* whereas *MES mothers* and *MES fathers* children were less represented under random distribution (all χ^2 tests $p < 0.05$).

Age of first phrases. One hundred and twenty-three children (75.9%) had uttered their *first phrases* and pronounced them on average at 39.8 ± 18.0 months (min: 11; max: 120). Forty-eight children (29.6%) uttered their *first phrases* before 33 months (i.e. *non delayed*) and 75 children (46.3%) uttered their *first phrases* after 33 months (i.e. *delayed*). Thus, 39 children (24.1%) of the cohort had not pronounced their *first phrases* when they were assessed even though they were 78.2 ± 48.2 months old (min: 37; max: 309) (Table 2).

Ages of *first phrases* did not differ significantly with fathers' level of education (Kruskal-Wallis test: $n = 123$, $H = 4.01$, $p = 0.13$; Figure 1B), but did differ significantly with mothers' level of education (Kruskal-Wallis test: $n = 123$, $H = 12.38$, $p = 0.002$; Figure 1B). Thus *LES mothers* children uttered their *first phrases* significantly later than did *HES mothers* children ($\bar{X} = 45.3 \pm 14.9$ months, $\bar{X} = 34.7 \pm 14.5$ months respectively, $n_L = 41$, $n_H = 62$, $U = 2653$, $p < 0.001$; Figure 1B), whereas *MES mothers* children were intermediate ($n_M = 20$, $n_L = 41$, $U = 1355$, $p = 0.20$ and $n_M = 20$, $n_H = 62$, $U = 951$, $p = 0.19$, respectively; Figure 1B).

One hundred and fourteen children (70.3%) of our cohort appeared to be *delayed*. The *non delayed* group and the *delayed* group differed significantly according to level of education of both mothers and fathers under random distribution (all χ^2 tests $p < 0.001$). Most children in the *non delayed* group were raised by *HES mothers* and *HES fathers*, while *LES fathers* children, *MES mothers* and *MES fathers* children were less represented under random distribution (all χ^2 tests $p < 0.001$; Figure 2B). Most children in the *delayed* group were raised by *HES mothers*, *LES mothers*, and *LES fathers* while *MES mothers* and *MES fathers* children were less represented under random distribution (all χ^2 tests $p < 0.05$).

Overall level of language. According to ADI-R, children could be divided into two categories of *overall level of language*. One hundred and four children (64.2%) appeared to have acquired sufficient verbal skills by the time they were assessed and they were then 109.0 ± 56.9 months old (min: 37; max: 373), whereas 58 children (35.8%) used mostly single words or fewer than five words on a daily basis and were assessed when 77.0 ± 42.5 months old (min: 37; max: 309).

A significant effect of the age was observed on the overall level of language ($p = 0.01$ for both mothers and fathers; Table 3) but both level of education of mothers and fathers and interaction with age did not have influence on the overall level of language ($p > 0.05$; Table 3).

Abnormality of development evident at or before 36 months. According to ADI-R, the *abnormality of development evident at or before 36 months* of children could be scored between 0

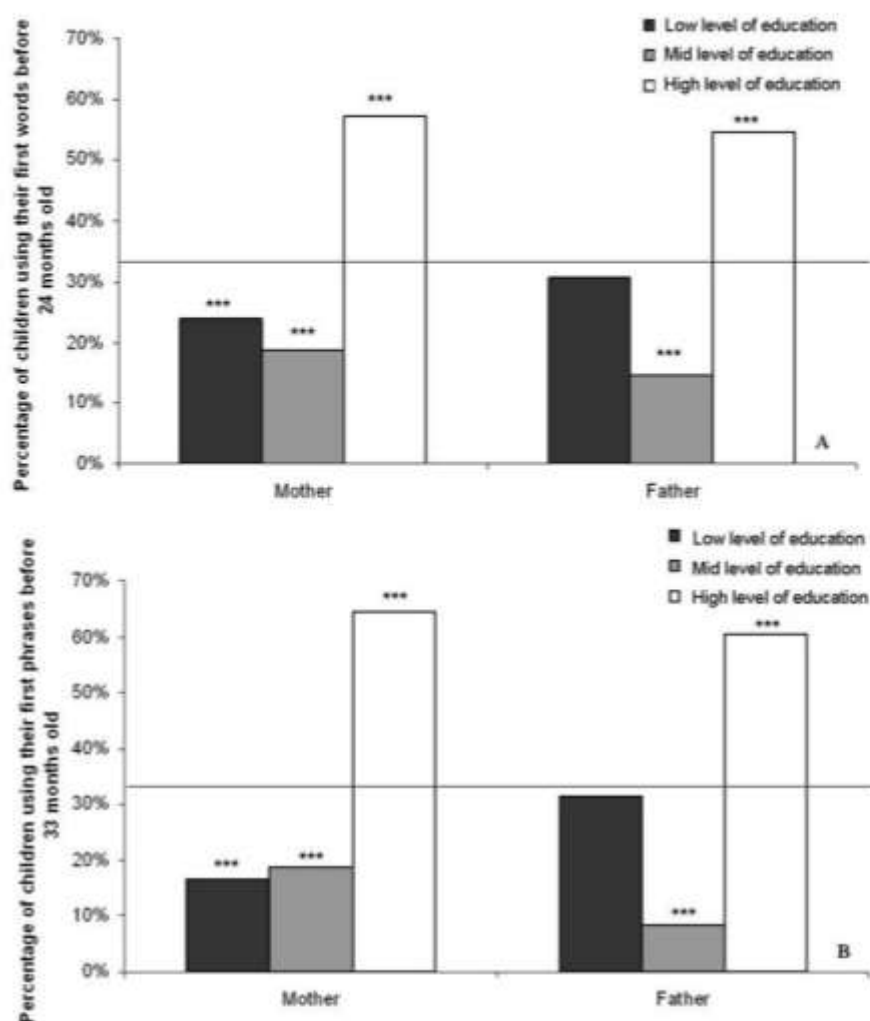


Figure 2. Mean percentages of children A: using their first single words before 24 months (non delayed group), B: using their first phrases before 33 months (non delayed group). Black bars represent the group of low level of education. Grey bars represent the group of mid level of education. White bars represent the group of high level of education. Black line indicates the mean percentage of children in each category according to level of education of mothers or fathers under random distribution. Values below the line indicate group the less represented in the category, values above the lines indicate group the more represented in the category. Level of significance: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ (Chi square tests were made on real numbers). doi:10.1371/journal.pone.0004683.g002

and 5. 149 children (91.9%), that is most children, were clearly impaired at assessment with scores of 3 and more.

The score of *abnormality of development evident at or before 36 months* differed according to both mothers ($F(2,159) = 3.36$, $p = 0.037$) and fathers level of education ($F(2,159) = 3.96$, $p = 0.021$). Thus *LES mothers* children had higher scores than *HES mothers* children ($\bar{X} = 4.189 \pm 0.942$, $\bar{X} = 3.651 \pm 1.338$ respectively, Tukey's test $p < 0.01$) and than *MES mothers* children ($\bar{X} = 4.189 \pm 0.942$, $\bar{X} = 3.885 \pm 1.071$ respectively, Tukey's test $p < 0.01$) whereas *HES mothers* children and *MES mothers* children did not differ. Thus *LES fathers* children had higher scores than *HES fathers* children ($\bar{X} = 4.231 \pm 1.142$, $\bar{X} = 3.583 \pm 1.254$ respectively, Tukey's test $p < 0.01$) while *MES fathers* children did not differ ($\bar{X} = 4.031 \pm 1.083$, $\bar{X} = 4.231 \pm 1.142$, and $\bar{X} = 4.031 \pm 1.083$, $\bar{X} = 3.583 \pm 1.254$, both Tukey's test $p > 0.05$).

Sensori-motor development

Mother's and father's levels of education did not influence significantly the age of sitting unaided on flat surface (Kruskal-Wallis test: $n = 159$, $H = 0.23$, $p = 0.89$; $H = 0.28$, $p = 0.86$ respectively, Figure 1C), the age of walking unaided (Kruskal-Wallis test: $n = 159$, $H = 0.69$, $p = 0.71$; $H = 0.81$, $p = 0.67$ respectively, Figure 1D), the age of bladder control acquisition during daytime (Kruskal-Wallis test: $n = 114$, $H = 1.49$, $p = 0.48$; $H = 0.35$, $p = 0.84$ respectively), the age of bladder control acquisition during the night (Kruskal-Wallis test: $n = 102$, $H = 2.90$, $p = 0.23$; $H = 0.35$, $p = 0.84$ respectively) and the age of bowel control acquisition (Kruskal-Wallis test: $n = 105$, $H = 2.66$, $p = 0.26$; $H = 1.18$, $p = 0.56$ respectively). No significant difference was found between *LES*, *MES* and *HES mothers'* and *fathers'* children (all Mann Whitney tests $p > 0.05$).

Table 3. Ordinal logistic regression of association between age of children at assessment and both mothers and fathers level of education (factors used both in independence and in interaction; with * in table).

	Global level of language			
	Mothers		Fathers	
	Odds ratio (95% CI)	p	Odds ratio (95% CI)	p
Level of education				
Low level	Reference category		Reference category	
Middle level	3.57 (0.21–61.75)	0.38	0.44 (0.02–9.77)	0.60
High level	2.12 (0.30–15.16)	0.45	3.75 (0.63–22.38)	0.15
Age	1.02 (1.00–1.04)	0.01	1.02 (1.01–1.04)	0.01
Level of education * Age				
Low level * Age	Reference category		Reference category	
Middle level * Age	0.99 (0.96–1.02)	0.44	1.01 (0.98–1.05)	0.48
High level * Age	0.99 (0.97–1.02)	0.57	0.99 (0.97–1.01)	0.22

Level of significance: $p < 0.05$.

CI: confidence intervals.

doi:10.1371/journal.pone.0004683.t003

Discussion

Our study of early characteristics of language development in a large sample of children with ASD revealed the influence of parents' level of education and a differential influence of mothers and fathers on these characteristics. In addition, general abnormalities appeared to be influenced by parents' level of education. Thus the language of children raised by high level of education parents developed earlier and first single words and first phrases were uttered earlier by children with high level of education mothers. Although some genetic transmission of cognitive abilities cannot be totally excluded at that stage [30], these results strongly suggest the importance of environmental factors, such as parental influence, on behavioural development of children with such disorders. However these influences clearly related to language as sensori-motor stages were not affected. This study constitutes, to our knowledge, the first demonstration of such an influence.

One could argue that this evaluation of dates of first words and phrases may be biased by the retrospective aspect of the survey: parents may not be sure of when these occurred. This is certainly true but was common for all classes of parents and therefore would not explain the differences observed. Also, the general features of language outputs in the ASD children studied here agree with previous reports showing that about half such a population never acquires functional language [31] and confirming that language impairments are one of the first signs of ASD [e.g. 23]. Our large sample shared global deficits with all the other populations studied, which may reveal shared biological sources. However, as in normal children population, inter-individual variation was high and, contrary to expectations from earlier studies [32], strongly associated with parents' socioeconomic status, included level of education. Thus, an earlier review [32] showed only 4 of 12 studies aiming to relate ASD and social class supported the possibility of such a link but concluded that social class was not a risk factor. Our findings suggest indeed that other risk factors are probably

important as global deficits are found in children with ASD of parents from all levels of education (deficits are related to the overall level of language but not to class). However our results show that environmental factors such as parent's level of education may influence more refined aspects such as age of *first single words* or *first phrases*. Reports show that some behavioural traits in animals may be more open to environmental influences than others and that individual variations result from the interplay between genetic and environmental influences [2].

Because environmental factors may act on very precise aspects, only detailed studies such as our present study could reveal their influence. The current predominance of genetic models for psychiatric disorders may also explain that such aspects have been overlooked [11]. Our results emphasize the importance of remaining focused on this dual influence. As Robert [11] mentioned, "there is no such thing as a genome without a system".

The fact that external factors, especially social environment, has been found to influence language characteristics is not surprising, language being "a social act" [33]. Social influences may help both humans and animals to overcome inhibitions, and to achieve exceptional learning in vocal communication processes [34]. Children need both communicative opportunities and a language model in order to develop language [35,36]. For example, mother's and father's levels of education are significant predictors of child language [37,38]. Recent studies suggest that children with ASD share an inherent basis with typical language learners in at least some aspects of language acquisition and that therefore delays might result more from social disinterest than from a core language disability [39]. Tager-Flusberg [40] suggested that language impairments may reflect the lack of attention of these children to their social environment. ASD children can be so unresponsive to voices and speech that they are first believed to be deaf [40].

Perceptual deficits may indeed exist as a consequence of impairments of voice processing in the STS central area [17], but social withdrawal and lack of social attention may well be involved in these central abnormalities [20]. Individual variations in language impairments may therefore reflect variations in social attention/involvement [41].

How could level of education, and more generally socioeconomic status, explain these differences? Socioeconomic status is a compound variable [35] that creates "different basic conditions of life at different levels of the social order" [42]. It involves education level of parents, their income, social network (other people encountered by children) and the individual effects of these components are not well known [43]. However socioeconomic status has a strong impact on typical language learners. High socioeconomic status mothers talk more to their children, use a more varied vocabulary, read books to their children more readily [44,45]. According to Hoff [46] and Huttenlocher et al. [47], socioeconomic status-related differences in richness of maternal speech explain socioeconomic status differences in the development of young children's vocabulary and syntax (review in [35]). In our study, mothers' level of education appeared to have a major effect on the age of first words and phrases, showing that children with ASD, like normal children, might be sensitive to maternal inputs. Interestingly, fathers' level of education appeared also to have an effect, as being delayed or non delayed in the production of first words and phrases depended on both parents' level of education. Fathers' parenting behaviours have been shown to be predictive of young children's language development [48] and fathers' outputs have been shown to predict language scores of children [37]. Nevertheless, very few studies have investigated the influence of fathers' socioeconomic status on their language inputs

to their children [37]. Our data showed that at least the level of education is probably important for children with ASD as well.

However, the processes involved in stimulating language outputs in children with ASD of high level of education parents remain unknown: could these processes include more perceptual stimulations, more triggering of social attention, enriched environments, more language inputs from family members and outside friends [41]? At this stage, the answer is unknown but, our study, which to our knowledge, demonstrates for the first time an impact of parents' level of education on language outputs of children with ASD, should trigger important new lines of thought and research. It suggests an openness of some traits to environmental conditions, and probably social influences that would reveal greater plasticity than expected in these children. The next crucial step involves understanding the processes at stake (social attention, perceptual experience, brain plasticity...?): is perception improved, selective attention developed, what aspects are crucial (book reading? focused language outputs?). The finding that more general "abnormalities of development" are also influenced suggests that environmental conditions, even though they cannot overcome the profound basic biologically-based

impairments, may help improve a series of finer behavioural disturbances.

It is the first evidence that language development of children with ASD is at least in part under the influence of social factors. This study may trigger important new lines of thought and research (on the mechanisms underlying this influence; stimulate investigations on the exact links between parents' socioeconomic status and their language inputs to their children), help equilibrate social and purely biological perspectives regarding ASD, and brings new hopes for environmentally based therapies.

Acknowledgments

We are thankful to Dr. Ann Cloarec for improving the English, to families for their participation and to Fondation Adrienne et Pierre Sommer for their support.

Author Contributions

Conceived and designed the experiments: MG MH ST MD. Performed the experiments: MG. Analyzed the data: MG MH. Contributed reagents/materials/analysis tools: MG MH. Wrote the paper: MG MH ST.

References

1. Plomin (2004) The genetics of G in human and mouse. *Nat Rev Neurosci* 2: 136–141.
2. Hansberger M, Bradstreet C, Le Souan N, Pierre JS (2004) Interplay between environmental and genetic factors in temperament/personality traits in horses (*Equus caballus*). *J Comp Psychol* 118: 434–446.
3. Gosling SD (2001) From mice to men: what can we learn about personality from animal research? *Psychol Bull* 127: 45–66.
4. Lüscher VA, Mc Keown DB, Dean H (1998) A cross sectional study on compulsive behaviour in horses. *Equine Vet J* 27: 14–18.
5. Mc Greevy JD, French NP, Neal EJ (1995) The prevalence of abnormal behaviours in dressage, eventing and endurance horses in relation to stabling. *Vet Record* 137: 36–37.
6. Hogen KA, Kumanov R (2001) Genetics of behavior. In: Bowling AT, Ruvinsky A, eds. *The genetics of the horse*. CAB International, pp 381–396.
7. Hansberger M, Richard MA (2002) Individual differences in the domestic horse, origins, development and stability. In: Mills D, McDermott S, eds. *The domestic horse*. Cambridge University Press, pp 33–52.
8. Timari P, Wynne LG, Sorri A, Lahti I, Laksy K, Moring J, et al. (2004) Genotype-environment interaction in schizophrenia-spectrum disorder: long-term follow-up study of Finnish adoptees. *Br J Psychiatry* 184: 216–222.
9. Timari P, Wynne LG, Moring J, Lahti I, Naarala M, et al. (1994) The Finnish adoptive family study of schizophrenia: implications for family research. *Br J Psychiatry Suppl* 166: 20–26.
10. Frankel E, Suker G (1995) Maternal infectious diseases during pregnancy and obstetric complications in the etiology of distinct subtypes of schizophrenic further evidence from maternal hospital records. *Eur Psychiatry* 10: 326–330.
11. Robert JS (2000) Schizophrenia epigenesis? *Ther Med North* 21: 191–215.
12. American Psychiatric Association (2000) *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Volume IV-TR*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
13. Kanner L (1943) Problems of nosology and psychodynamics of early infantile autism. *Am J Ortho* 19: 416–426.
14. Chess S (1977) Follow-up report on autism in congenital rubella. *J Autism Child Schizophr* 7: 49–61.
15. Rindland B (1964) Infantile autism: the syndrome and its implications for a neural theory of behavior. New York: Appleton-Century-Crofts, 282 p.
16. Madsen R, Tostensen SV, Rapin I (2004) The genetics of autism. *Psychiatrics* 113: 472–486.
17. Gervais H, Bellin P, Boddaert N, Lohoyer M, Guez A, et al. (2004) Abnormal cortical voice processing in autism. *Nat Neurosci* 7: 804–802.
18. Goussard H, Richard JP, Mathelier M, Henry L, George I, et al. (2004) Experience-dependent neuronal specialization and functional organization in the central auditory area of a songbird. *Eur J Neurosci* 19: 3343–3352.
19. Goussard H, George I, Mathelier M, Richard JP, Henry L, et al. (2006) Social experience influences the development of a central auditory area. *Naturewissenschaften* 93: 308–306.
20. Goussard H, George I, Henry L, Richard JP, Hansberger M (2006) Linking social and vocal brains: could social segregation prevent a proper development of a central auditory area in a female songbird? *PLoS One* 5(2): e1194. doi:10.1371/journal.pone.0002194
21. Kuhl (2003) Human speech and binocular: Communication and the social brain. *PNAS* 100: 9645–9646.
22. Goldstein MH, King AP, West MJ (2002) Social interaction shapes babbling: testing parallels between binocular and speech. *Proc Natl Acad Sci USA* 100: 9050–9055.
23. De Giacomo A, Fombonne E (1998) Parental recognition of developmental abnormalities in autism. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 7: 131–136.
24. De Myer MK (1979) Parents and children in autism. Washington DC: Women and Sons, 296 p.
25. Hoff E, Naigles L (2002) How children use input in acquiring a lexicon. *Child Dev* 73: 410–433.
26. Hoff E, Laursen B, Tardif T (2002) Socioeconomic status and parenting. In: Bornstein MH, ed. *Handbook of parenting 2nd ed*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Association, pp 231–252.
27. Hart B, Risley T (1993) Meaningful differences in the everyday experience of young American children. Baltimore: Brookes, 304 p.
28. Lord C, Rutter M, Le Couteur A (1994) *Autism Diagnostic Interview-Revised - A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders*. *J Autism Dev Disord* 24: 659–685.
29. World Health Organization (1994) *The composite international diagnostic interview, Version 1.1*. Geneva: Researcher's manual.
30. Pinker S (2002) *The blank slate: the modern denial of human nature*. New York, NY: Viking, 328 p.
31. Bailey A, Phillips W, Rutter M (1996) Autism: towards an integration of clinical, genetic, neuropsychological, and neurobiological perspectives. *J Child Psychol Psychiatry* 37: 89–126.
32. Fombonne E (2002) Epidemiological surveys of autism and other pervasive developmental disorders. *J Aut Dev Disorders* 32: 365–382.
33. Locke JL, Snow C (1997) Social influences on vocal learning in human and non-human primates. In: Snowdon GT, Hansberger M, eds. *Social influences on vocal development*. Cambridge: Cambridge University Press, pp 274–292.
34. Snowdon GT, Hansberger M (1997) *Social influences on vocal development*. Cambridge: Cambridge University Press, pp 330.
35. Hoff E (2006) How social contexts support and shape language development. *Dev Rev* 26: 55–88.
36. Sanders LD, Stevens G, Coch D, Neville HJ (2006) Selective auditory attention in 3- to 5-year-old children: An event-related potential study. *Neuropsychologia* 44: 2126–2136.
37. Pascual N, Vervaeke F (2006) Mother and father language input to young children: contributions to later language development. *J App Dev Psychol* 27: 321–342.
38. Hoff-Ginsberg E (1991) Mother-child conversation in different social classes and communication settings. *Child Dev* 62: 782–796.
39. Swensen LD, Kelley E, Feis D, Naigles LR (2007) Processes of language acquisition in children with autism: evidence from preferential looking. *Child Dev* 78: 542–557.
40. Tager-Flusberg H (2000) Differences between neurodevelopmental disorders and acquired lesions. *Dev Sci* 3: 33–34.
41. Stevens G, Fanning J, Coch D, Sanders L, Neville H (2008) Neural mechanisms of selective auditory attention are enhanced by computerized training: Electrophysiological evidence from language-impaired and typically developing children. *Brain Res* 1250: 55–69.
42. Kohn ML (1965) Social class and parent-child relationships: An interpretation. *Am J Sociol* 68: 471–480.

43. Evengård ME, Fothergill K (2003) A decade of measuring SES: what it tells us and where to go from here? In: Swenson VA, Bradley RH, eds. *Socioeconomic status, parenting, and child development*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
44. Hoff Glasberg E (2000) Soziale Umwelt und Sprachlernen. In: Grimm H, ed. *Sprachentwicklung*. Bern: Hogrefe, pp 463–494.
45. Fletcher KL, Reese E (2005) Picture book reading with young children: A conceptual framework. *Dev Rev* 25: 64–103.
46. Hoff E (2003) The specificity of environmental influence: socioeconomic status affects early vocabulary development via maternal speech. *Child Dev* 74: 1368–1376.
47. Huttenlocher J, Vasilyeva M, Cymerman E, Levine S (2002) Language input at home and at school: relation to child syntax. *Cogn Psychol* 45: 337–374.
48. Tamis-LeMonda CS, Shannon JD, Cabrera NJ, Lamb ME (2004) Fathers and mothers at play with their 2- and 3-year-olds: contributions to language and cognitive development. *Child Dev* 75: 1806–1820.

Les résultats obtenus au cours de cette étude soulignent que les enfants avec autisme sont sensibles à leur environnement social. A l'instar des enfants typiques, les enfants avec autisme de parents de haut niveau d'éducation montrent un développement du langage plus précoce (premiers mots, premières phrases). Un effet différentiel père/mère suggère que les deux acteurs, par leurs implications différentes (Pancsofar & Vernon-Feagans, 2006), n'influencent pas le développement des enfants de la même façon. Les processus impliqués dans cette stimulation restent inconnus mais une possible implication de l'attention sociale ou d'une plasticité cérébrale n'est pas à exclure.

Cette étude répond à un besoin croissant dans le traitement des enfants et des adultes avec autisme et notamment sur la recherche des facteurs associés à la variabilité de leurs comportements et de leurs apprentissages (Wolery, 2000). Peu d'études s'y sont intéressées, se focalisant uniquement sur les programmes thérapeutiques dans une perspective environnementale pour les jeunes enfants (Dawson & Osterling, 1997). Il est donc essentiel d'étudier l'environnement dans lequel les enfants et les adultes avec autisme passent du temps. Comprendre comment les différentes facettes dans cet environnement influencent leur apprentissage et leurs compétences pourra, d'une part, fournir des informations sur le syndrome autistique et d'autre part, permettre l'amélioration de la structure et l'application des pratiques thérapeutiques existantes (Wolery, 2000).

Si des facteurs sociaux, notamment les parents, stimulent le développement du jeune enfant avec autisme, il est probable que ce dernier soit aussi sensible à des influences pseudo-sociales. Parmi les influences pseudo-sociales existantes, les animaux de compagnie est sont un bon exemple. En effet, elles ont été largement documentées chez les enfants typiques (voir chapitre 1 pour détails). Par exemple, les enfants typiques considèrent leurs animaux comme un partenaire "social" (*e.g.* animal confident ; Cain, 1985), influençant leur développement socio-émotionnel (*e.g.* Endenburg & Baarda, 1995). Pourtant, du point de vue des enfants avec autisme, les données restent plus rares. Si nous ne savons pas exactement quelles sont les influences de l'animal familier dans leur développement, force est de constater qu'aucune étude ne s'est intéressée à la question préalable de **l'animal familier comme un partenaire pseudo social** dans le cadre du syndrome autistique. Nous aborderons donc cette question lors du chapitre suivant.

CHAPITRE 4

L'ANIMAL FAMILIER,
PARTENAIRE PSEUDO-SOCIAL?
FAMILIAR PET,
PSEUDO SOCIAL PARTNER?

4. L'animal familial, partenaire pseudo social?

Nous avons vu tout au long de l'introduction (chapitre 1) que les relations entre les enfants et leurs animaux sont complexes et variées, et peuvent s'établir dès le plus jeune âge (*i.e.* le concept "animal" se met en place avant l'âge d'un an ; Ricard & Allard, 1993). L'animal semble revêtir le rôle de partenaire pseudo social¹⁴, tant au niveau comportemental que représentationnel (*e.g.* partenaire de jeux ou de confiance Cain, 1985; Macdonald, 1981; Millot *et al.*, 1988). De plus, les attitudes que les enfants typiques adoptent envers leurs animaux ou le monde animal en général sont assez bien connues (*e.g.* Bjerke *et al.*, 1998; Kidd & Kidd, 1985; Pagani *et al.*, 2007). Toutefois, force est de constater que la nature-même de leurs interactions reste peu explorée (*e.g.* Filiatre *et al.*, 1988). Ces manques sont d'autant plus importants que nous nous intéressons aux enfants avec autisme. La plupart de ces études se sont focalisées sur les interventions assistées par l'animal (*e.g.* Redefers & Goodman, 1989; Bass *et al.*, 2009), négligeant les relations qui pourraient s'établir entre les enfants avec autisme et leurs animaux familiers.

Au cours de ce chapitre, nous nous attacherons à déterminer si **l'animal familial peut être considéré comme un partenaire pseudo-social pour les enfants avec autisme**. Pour ce faire, nous allons étudier (1) les interactions entre les enfants et leurs animaux familiers afin de mieux les caractériser et d'identifier les facteurs qui les influencent, (2) les différences liées à l'espèce, à la taille et l'apparence des animaux. Puis, nous allons observer en détails (3) les interactions entre les enfants et leurs chiens dans le contexte familial.

4.1. Vers une diversité des interactions enfants-animaux familiers

Les relations entre les enfants et les animaux familiers vont se construire sur la base de leurs différentes interactions, multimodales et multicanales (Hinde, 1979; Millot, 1996). Les enfants typiques utilisent préférentiellement les interactions tactiles (*e.g.* chien : Filiatre *et al.*, 1988; chat : Mertens & Turner, 1988; lapin: Wedl & Kotrschal, 2009), notamment lors de

¹⁴ Rappelons que tout phénomène **social** repose sur une interattraction ou attraction mutuelle entre les individus de **même espèce** (Rabaud 1937). Ici, nous interrogeons l'animal ressemblant à un partenaire social.

sessions de jeu (*e.g.* chien : Filiatre *et al.*, 1986). Chez les enfants de 8-10 ans, les soins aux animaux prennent aussi une part importante dans les interactions (*e.g.* nourrissage, brossage ; Rost & Hartmann, 1994).

Les interactions ne sont pas identiques et semblent varier selon différents facteurs, propres aux protagonistes (*e.g.* Filiatre *et al.*, 1986; Nielsen & Delude, 1989; Serpell, 2000b), à leurs environnements social et physique (*e.g.* Melson, 1988; Poresky & Hendrix, 1990) et à l'intérêt qu'ils portent au monde animal en général (*e.g.* Bjerke *et al.*, 1998). De façon indirecte, les parents peuvent moduler la relation de leurs enfants avec les animaux en les utilisant comme vecteurs d'éducation (*e.g.* Beck *et al.*, 2001).

Face à cette complexité pseudo-sociale et sensorielle, il est intéressant d'étudier les interactions entre les enfants avec autisme et leurs animaux de compagnie. Si ce type d'approche scientifique n'existe pas à notre connaissance, il est à noter que Martin & Farnum (2002) observent des interactions visuelles et tactiles entre les enfants avec autisme et les chiens co-thérapeutes. Néanmoins, ces données sont ponctuelles, puisque les autres auteurs ne donnent pas de telles précisions (*e.g.* "retrait social" ou "d'interactions sociales" ; Redeker & Goodman 1989). Le manque de données scientifiques contribue à l'essor de nombreuses idées reçues (*e.g.* lien fort, de nombreuses interactions).

Au vu de ces éléments, nous avons caractérisé les interactions entre les animaux familiers et les enfants avec autisme, identifié les facteurs en lien avec ces interactions et, de façon plus globale, exploré l'intérêt porté aux animaux en général. Ces résultats ont été comparés à ceux obtenus avec des enfants typiques. Ce travail a donné lieu à un manuscrit en préparation [*Familiar animals and children with autistic disorders: what are the characteristics of their interactions?*].

Manuscrit en préparation

Manuscript in preparation

Familiar animals and children with autistic disorders: what are the characteristics of their interactions?

Marine Grandgeorge¹, Martine Hausberger¹,
Michel Deleau², Eric Lemonnier³, Sylvie Tordjman⁴

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552, Ethologie animale et humaine, Rennes, France

² Université Rennes 2, CRPCC, EA 1285, Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, Rennes, France

³ Service de Pédopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, France

⁴ Département de psychiatrie, CHU Guillaume Rénier, Rennes, France

SYNTHESE DE L'ARTICLE 2

Questions. Est ce que les enfants avec autisme montrent des comportements sociaux envers leurs animaux (*e.g.* jouer) ? Les interactions entre les enfants avec autisme et les animaux sont-elles identiques à celles des enfants typiques avec leurs animaux ? Pouvons-nous mettre en évidence des facteurs en lien avec la présence ou l'absence de certaines interactions (*e.g.* caractéristiques de l'enfant ou de l'animal) ? Enfin, est-ce que l'intérêt que portent les enfants, avec autisme ou typiques, envers les animaux en général joue un rôle dans les interactions entre les enfants et leurs animaux ?

Méthodes. Nous avons développé un questionnaire parental sur les interactions que les enfants - avec autisme et typiques - peuvent développer avec leurs animaux familiers (n=325 participants). Nous avons recueilli par téléphone différentes informations, tant sur la nature des interactions entre les enfants et leurs animaux que des informations connexes sur l'enfant (*e.g.* âge), sur les animaux (*e.g.* espèce, origine) et leur environnement (*e.g.* composition famille, lieu de vie).

Résultats. Par comparaison aux enfants typiques, les enfants avec autisme, d'après leurs parents, (1) sont moins intéressés par les animaux en général, (2) ont moins d'interactions avec leurs animaux et (3) développent moins de relations privilégiées avec eux. Cependant, il est à noter que proportionnellement, les enfants avec autisme prennent autant soin de leurs animaux que les enfants typiques. Enfin, le niveau cognitif des enfants, leur environnement social et les caractéristiques des animaux sont liés aux interactions rapportées par les parents.

Conclusions. Nous mettons en évidence que de nombreuses idées reçues sur les interactions entre les enfants avec autisme et leurs animaux de compagnie sont erronées. Cette étude amène à repenser leurs relations, notamment dans leur utilisation lors d'interventions assistées par l'animal puisque moins d'enfants avec autisme interagissent avec leurs animaux en comparaison des enfants typiques. Plus largement, nous avons considéré une possible influence des parents dans cette relation, notamment dans les interactions de soin. L'animal pourrait-il devenir un vecteur d'apprentissage dans le syndrome autistique ? Enfin, la notion de représentation de l'animal comme partenaire pseudo-social est discutée en lumière des déficits sociaux dans le syndrome autistique.

ABSTRACT

The children-pet relationships are a very common aspect of our lives but remain neglected in studies about social partners or influences. This particular bond is widely used in animal-assisted interventions, especially for children with autism. Although case studies report that children with autism develop strong bonds with pets, scientific evidence is lacking. The aim of the study was to give a broad picture of the relationships between the owned pets and a large number of children with autistic disorders, compared to children with typical development. Our study used parental questionnaires to characterize the interaction systems, to explore the factor linked to them as well as to investigate the general interest in pets. We showed that some generally accepted ideas seemed to be mistaken: their interest in animal, the development of privileged relationships and the interactions displaying, especially the visual ones. We examined in detail the particular taking care interaction. Lastly, the children's diagnosis, the social environment and the pet's characteristics seemed to influence the reported interactions. We can expect that studying a particular situation of interactions with a non-human partner will bring a better understanding of the communication systems in such disorders.

Key words: autistic disorders, children, parental questionnaire, pet, interaction

INTRODUCTION

The human-pet relationships are a very common aspect of our life (*i.e.* 51.2% of French families have at least one pet; FACCO TNS, 2008). However, the role of pets as "social" partners or influence, for example in studies about child's development, has often been neglected (Melson, 2003). Currently however, the fact that pets influence both the social and the cognitive skills of children (*e.g.* improved self-esteem and emotional functioning, enhanced verbal skills) is widely recognized (Bergesen, 1989; Melson, 2005; Vanhoutte & Jarvis, 1995). Pets can act as social substitutes (Levinson, 1971) or help people with difficulties or mental disorders (Eddy *et al.*, 1988; Mader *et al.*, 1989). Children generally show intense interest towards animals, especially during a first encounter (Grandgeorge *et al.*, submitted-a; Mertens & Turner, 1988; Nielsen & Delude, 1989). This interest and, thus, their behaviors are influenced by their age and culture as well as probably their underlying representation of "what is an animal": a living agent that differs with human species, thus implying a diversity of mental representations (Kidd & Kidd, 1987; Lawrence, 2003; Montagner, 1995; Nielsen & Delude, 1989)

The extensively studied communication systems of children with pets focus mainly on some species. Generally, interspecific communication is multichannel and therefore relies on different sensorial modalities (Milot, 1996), associated with vocalizations, postures, as well as non-verbal behaviors (Grandgeorge *et al.*, submitted-a; Mertens & Turner, 1988; Milot *et al.*, 1989). The tactile channel is a common key element in these interactions (Mertens & Turner, 1988) and seems to be used the most frequently (Filiatre *et al.*, 1986; Milot & Filiatre, 1986), especially when all age classes are considered (Prato Previde *et al.*, 2003; Rost & Hartmann, 1994). Pets could have an educational value (Beck *et al.*, 2001). Children initiate interactions with them and adjust their behaviors to the animal's reactions (Servais & Milot, 2003). Moreover, some parents can use pets as valuable tools to educate their children (Macdonald, 1981; Serpell, 1981). Human-pet interactions appear as a modification of human-human interactions (Archer, 1997), implying different forms, types and systems of communication.

Some people presume that this interspecific communication would be impossible when one of the systems is altered. However, many reports show that children with autistic disorders develop close relationships with pets whereas they display impairments in reciprocal social

interactions and in communication as well as restricted, repetitive, and stereotyped behaviors and interests (APA, 1994). For example, a limited use of non-verbal behaviors including, eye gaze and facial expressions, and a lack of social and emotional reciprocity are frequently observed (Lord *et al.*, 1994). Moreover, the presence of unusual sensory sensitivities may be related to communication and affective impairments associated with this disorder (Talay-Ongan & Wood, 2000). Lastly, our analysis of the reports on the relationships of children with autistic disorders with pets showed that except for some recent reports (Grandgeorge *et al.*, submitted-b; Prothmann *et al.*, 2009), most of them are anecdotal or present only a theoretical approach.

The aim of the present study is to give, for the first time, a broad picture of the relationships between a large number of children with autistic disorders and their pets in their family context without restricting age or pet species. We developed a parental questionnaire inspired by the methodological literature on human-animal relationships. Research on human-animal relationships was, at first only case studies but later two main differential approaches were developed: direct observations or questionnaires, surveys and interviews (Serpell, 1983). On the one hand, observations yield objective quantitative data but take time, especially exploratory studies. Their use remains marginal compared to questionnaires, surveys and interviews. On the other hand, these latter techniques provide large amounts of data but are impaired by the participants' subjectivity. They can be carried out directly - asking children questions when their language skills are sufficient - or indirectly - questioning their parents (Rost & Hartmann, 1994), this latter situation gives better results (Bryant, 1986). Thus, we used parental questionnaires to characterize the interaction systems between familiar pets and children with autistic disorders. For comparative purposes, parents of children with typical development completed similar questionnaires. We investigated possible factors linked with the reported interactions. Moreover general interest for pets was explored as well as non-pet owners' characteristics.

METHODS

1. Participants

Three hundred and twenty five subjects were included in this study; all were French natives and at least 6 years old at the time of the study. A first population included children with typical development (CTD; $n=85$; mean age at assessment \pm SD (min – max) in years: 9.1 ± 2.1 (6–12.9): 38 boys and 47 girls, 76.5 % belonged to a biparental family, 88.2% had siblings and 50.6% lived in a rural area. A second population included children with autistic disorders (CAD; $n=240$; mean age at assessment \pm SD (min – max) in years: 15 ± 7.5 (6–34): 49 girls and 191 boys (*i.e.* typical sex ratio for autistic disorders (Fombonne, 2003), 80.8 % belonged to a biparental family, 87.1% had siblings and 58.8% lived in a rural area. Only 60% had a daily and functional language according to the ADI-R (Lord *et al.*, 1994). Based on direct clinical observation of each child by independent child psychiatrists, a diagnosis of autistic disorders was certified according to the criteria of both the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th edition (APA, 1994) and the International Classification of Diseases (WHO, 1994). The diagnosis was confirmed by the ADI-R ratings (Lord *et al.*, 1994). We matched the children with typical development (aged between 6-to-12 years old) and the younger children with autistic disorders (aged between 6 to 12 years old) (CAD1; Mann Whitney test; $n_1=85$, $n_2=114$, $U=8546$ $p=0.910$) according to chronological age. Thus, we obtained a third population including the 126 older children with autistic disorders aged over 12 years old (CAD2).

2. Questionnaires

We developed a parental questionnaire about the interactions displayed by their children with pets in their family. This was a unique questionnaire adapted for children with typical development and for children with autistic disorders (*e.g.* speaking to pet was excluded, as half individuals with autistic disorders had no functional language to allow a robust comparison; Bailey *et al.*, 1996). Parents provided information concerning family situation, the child's characteristics, the child's general interest in animals, pet ownership and when appropriate, the pet's characteristics and child-pet interactions (Table 1). Here we focused on the child's interests in animals, pet ownership and related factors as well as on child-pet

interactions that included presence or absence of (1) tactile interactions, (2) visual interactions (or observation), (3) play, (4) feeding, (5) taking other responsibilities (*e.g.* cleaning the litter box or the aquarium, opening/closing the door, grooming the pet), (6) spending time with the pet. As a rule, only one answer was allowed per species. Thus, parents chose the pet the child preferred or the first pet adopted for each species. Then, we first pooled all answers. The questionnaire was field-tested to ascertain whether the structure and the text were easily comprehensible.

3. Procedure

The families were recruited through schools, day-care centres, adverts on web sites, the “Centre de Ressource Autisme” in Brittany (Bohars) or child day-care facilities depending on the Bicêtre and Reims' University Hospitals. To recruit the families of children with autistic disorders, psychiatrists first sent them a letter describing this research project. All families were proposed oral explanations and asked to give their consent concerning their participation. Then, a one-hour-appointment with the researcher (MG) was fixed to fill in the questionnaire (in few cases, the questionnaire was sent directly to the family). This required 20 minutes to one hour. All answers were anonymous and no answer was considered either right or wrong. Data were collected during two periods: April-December 2007 and October 2008-February 2009.

4. Analyses

The analyses were conducted in three steps, using Minitab software and an accepted *p* level of 0.05. Data collected were binary variables (presence/absence), categorical (*e.g.* pet's origin) or continuous data (*e.g.* age). As our data were not normally distributed, we used nonparametric statistical tests (Siegel & Castellan, 2003): chi square, Fisher's and Mann-Whitney tests. First we present a description of the general interest in animals in relation to pet ownership and to the three populations (CTD: children with typical development, CAD1: children with autistic disorders between 6 and 12 years old and CAD2: children with autistic disorders over 12 years old). Second, we analyzed the general information about pet ownership and the related factors. Third, we studied interaction characteristics in detail in relation to the three populations and the related factors by using a radius plot representations.

Table 1: Child-pet interactions, characteristics of child and pet and of the child's environment examined in the questionnaire

Family situation

Employment and level of education of both mother and father (INSEE 2003)

Living conditions (rural/urban area, house/flat)

Siblings (yes/no, elder/not elder)

Family structure (biparental family, single-parent family or other)

Child characteristics

Gender (boy/girl)

Age (in months)

Diagnosis (typical autism or Asperger syndrome)

Functional language (yes/no, according to the ADI-R)

Medical therapy and other therapies (yes/no)

Pet ownership

Other pets in home (yes/no)

Child–Pet relationship

Presence or absence of the following interactions: tactile interactions, visual interactions (or observation), play with pet, feed pet, take other responsibilities (e.g. clean the litter box or the aquarium, open/close the door, groom the pet), spending time with the pet

Presence or absence of a privileged relationship between them

Pet characteristics

Species

Gender (male/female/unknown)

Place of living (indoor/outdoor/both)

Age at adoption (young/adult)

Presence before child birth (yes/no)

Reason for adoption (for which person-s in the family)

Origin (friend/family, shelter, pet shop, pet breeder, born at home, advert, rescued animal)

Attitudes towards others animals

Interest in animals in general (strong/medium/restrict/indifferent/fear; 5-point Likert-scale)

Activities with animals (horse riding, farm activities, others)

RESULTS

All the results are based solely on parent's reports.

1. Interest in animals in general

General interest in animals differed between populations. On the one hand, most CTD showed more strong interest than did either CAD1 or CAD2 (52.4%, 33.3% and 32.8% respectively; both chi square tests; $p < 0.001$; fig. 1). On the other hand, more CAD1 and CAD2 showed restricted interest (25.4% and 23.2%) or indifference (12.3% and 9.6%) than did CTD (4.8% and 1.2%; all chi square tests; $p < 0.05$; fig. 1). Differences emerged in relation to pet ownership. None of the children frightened by animals were pet owners (chi square tests; CAD1, CAD2; $p < 0.001$; fig. 1). None of the CTD pet owners were frightened or indifferent to animals ($X^2 = 4.33$ $p = 0.038$). Lastly, a majority of the CAD1 pet owners showed strong or medium interest in animals ($X^2 = 4.35$ $p = 0.037$).

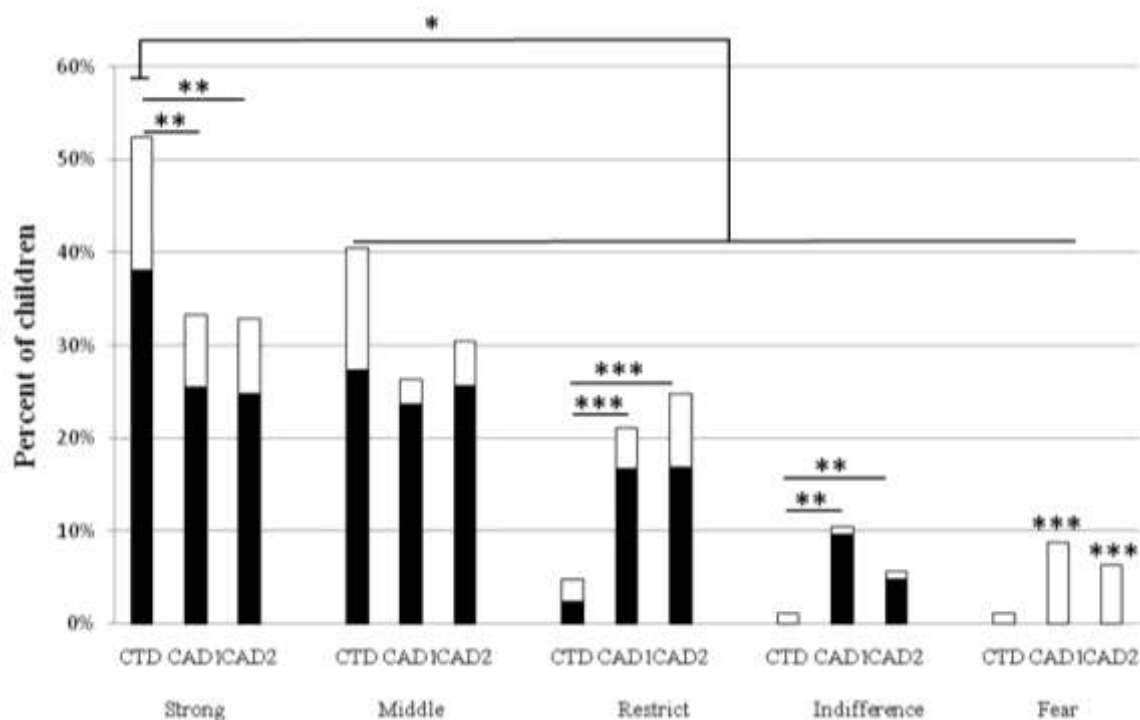


Fig. 1: General interest in animals (5-point Likert scale; in percentage) of children with typical development (CTD), children with autistic disorders between 6 and 12 years old (CAD1) and over 12 years old (CAD2). Black: pet owners; white: no pet owners. Level of significance: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ (Chi-square tests).

2. Pet ownership

2.1. Who had no pet at home?

The proportions of children living without pets did not differ significantly between the three populations (31.8% CTD, 24.6% CAD1, 27.8% CAD2; $X^2=1.26$, $p=0.532$). Some factors were linked to a pet's absence. First, both social and physical environments had an influence. On the one hand, the majority of the CTD and the CAD2 families without pets lived in a flat in an urban area (all Fisher's tests; $p<0.05$). On the other hand, parental situation played a role in the CTD families: pets were absent in a majority of executive fathers' families (Fisher test $p=0.008$) as well as in families where both mothers and fathers had a high level of education (Fisher's tests; $p=0.044$ and $p=0.001$, respectively). Being a single-child was linked to the absence of pets in the CAD2 families (Fisher's test $p=0.012$). Second, the children's characteristics were related to the absence of pets only in the CAD2 families. "Having no pet" concerned a majority of the CAD2 diagnosed with a typical autism ($X^2=8.79$ $p=0.003$) and following a medicinal therapy ($X^2=10.04$ $p=0.002$). On average, CAD2 without pets were older than CAD2 with pets (mean \pm SD in years: without, 24.6 ± 6.4 ; with, 18.9 ± 6.1 , $n_1=35$, $n_2=91$, $U=2985.5$ $p<0.001$). No factors linked to the pet ownership were found in CAD1 families (all Fisher tests $p>0.05$).

2.2. General information about pet ownership

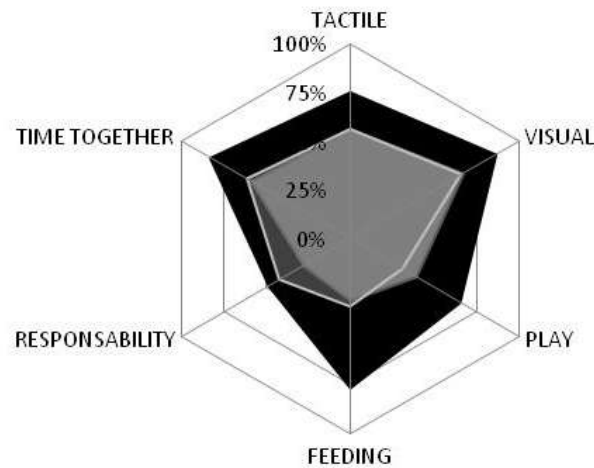
Most of the children in our study currently had at least one pet in their home. We asked the parents whether their children had privileged relationship with their pets. Most CTD pet owners developed a privileged relationship with at least one of their pets (86.2%). This proportion was significantly lower for both populations with autistic disorders (51.2% CAD1, 47.2% CAD2; both chi-square tests $p<0.001$). Interestingly, most children – whatever their population - who were reported as displaying a interaction (*e.g.* tactile interaction) were recognized as having a privileged relationship with their pets (all Fisher's tests $p<0.05$).

3. Communication systems characteristics

3.1. Communication systems

In all, we studied 434 child-pet pairs. Most CTD interacted tactically and visually (75.3% and 86.5%, respectively), played and spent time (65.1% and 83.1% respectively) with their pets.

Moreover, they took care of them as they fed them (76.4%) and took other responsibilities (48.3%) (Fig 2, in black). Significantly, CAD1 and CAD2 interacted tactically and visually, played, fed and spent time with their pets (all chi square, $p < 0.01$). Taking other responsibilities was reported less frequently for CAD1 than for either CTD or CAD2 (both chi square $p < 0.01$). Otherwise the proportions of CTD and CAD2 who took other responsibilities with their pets were statistically similar ($X^2 = 0.88$, $p = 0.349$) (Fig 2, in grey).



		CTD	CAD1	CAD2	CTD versus CAD1		CTD versus CAD2		CAD1 versus CAD2	
					X^2	p	X^2	p	X^2	p
TACTILE	Absence	22	70	67	8.67	0.003	9.03	0.003	0.01	0.915
	Presence	67	91	85						
VISUAL	Absence	12	53	52	11.25	<0.001	12.36	<0.001	0.06	0.809
	Presence	77	108	100						
PLAY	Absence	31	98	104	15.56	<0.001	26.37	<0.001	2.19	0.139
	Presence	58	63	47						
FEEDING	Absence	21	110	99	45.97	<0.001	38.74	<0.001	0.36	0.549
	Presence	68	51	53						
RESPONSIBILITY	Absence	46	115	88	10.68	0.001	0.88	0.349	7.14	0.008
	Presence	43	44	64						
TIME TOGETHER	Absence	15	66	59	15.25	<0.001	12.72	<0.001	0.15	0.694
	Presence	74	95	93						

Fig 2: General pattern of interactions between the pets and (a) children with typical development (CTD; in black), (b) children with autistic disorders between 6 and 12 years old (CAD1; in dark grey) and (c) over 12 years old (CAD2; in light grey). Radius plot: each radius represents one category of interactions (percent of children reported to express it). The table presents the difference between each population and each category of interactions. Level of significance: $p < 0.05$ (in grey and bold; Chi-square tests).

3.2. Influence of factors linked to communication systems

Although the main traits of communication systems within a population seemed to be consistent, inter-individual variations emerged within a population and could be large for some interaction categories. Therefore, we investigated the influence of different factors on the presence/absence of interactions. Only statistical significant effects are reported below, table 2 sums up all results.

a. Participant characteristics

First, type of diagnosis and language skills played important roles in the interactions of children with autistic disorders with pets. On the one hand, having a functional language was related to the presence of tactile interactions (Fisher's tests; CAD1, $p=0.035$; CAD2, $p=0.002$) and taking other responsibilities (Fisher's test; CAD1, $p=0.006$). On the other hand, having no functional language was related to the absence of both play and feeding (both Fisher's tests; CAD1, $p<0.05$). More CAD1 with Asperger syndrome interacted tactically whereas more CAD1 with typical autism never played with their pet (both Fisher's tests $p<0.05$). Second, links between the presence of a category of interactions and medical treatment emerged (CAD2: visual interaction and spending time with pet) as well as between the absence of play and other therapies (CAD1) (all Fisher's tests $p<0.05$). Lastly, gender influenced the presence of spending time with pets (Fisher's tests; girls CTD, $p=0.012$; boys CAD2, $p=0.035$).

b. Pet characteristics

Pet characteristics were strongly related to the presence/absence of interactions.

First, the reasons for adopting a pet were important. The fact that a pet had been adopted for the child was related to the presence of interactions, for example, feeding (Fisher's tests; CTD, $p=0.05$; CAD1, $p=0.031$; CAD2, $p<0.001$), playing (only for children with autistic disorders; Fisher's tests; CAD1, $p<0.001$; CAD2, $p=0.022$) and taking other responsibilities (Fisher's test; CAD1, $p=0.022$). Interestingly, the absence of both spending time with pet and taking other responsibilities were related to the fact that the pet had been adopted for a CAD2 (both Fisher's tests; $p<0.05$). The fact that the pet had been adopted for the whole family was related to the presence of some of both CAD1's and CAD2's interactions (*e.g.* tactile interactions; all Fisher's tests $p<0.05$). On the contrary, the absence of some interactions was

related to the pet's adoption for another child in CAD1 families or when it had been adopted without any particular reason (*e.g.* feeding; all Fisher's tests $p < 0.05$).

Second, the pet's origin was an important factor. When a pet was adopted through an advert, most CTD played with it, most CAD2 fed it, interacted visually and spent time with it (all Fisher tests; $p < 0.05$). Two other origins were significant for children with autistic disorders: being born at home (CAD2: tactile interaction and play) and being given by a friend or a family member (both CAD1 and CAD2: interacted tactically and spent time with pet) (all Fisher's tests $p < 0.05$). On the contrary, when a pet was adopted from a pet shop, most children, in all population, did not interacted tactically with it (all Fisher's tests $p < 0.01$). Most CTD and CAD2 did not play with it and most CTD did not spend time with it (all Fisher's tests $p < 0.05$). Moreover most CAD2 did not interact visually with a pet that came from a shelter (Fisher's tests $p = 0.047$). Lastly, the influence of a rescued pet or of a pet born to a pet breeder was more mixed. The latter origin influenced the both CTD's (tactile interactions, no visual interactions) and CAD1's (play) interactions (all Fisher's tests $p < 0.05$). A rescued pet was either related to the presence of a category of interactions for CTD (play) or to its absence for children with autistic disorders (CAD1: no feeding and no spending time; CAD2: no feeding) (all Fisher's tests $p < 0.05$). Lastly, even though the proportions of pets adopted for the child were statistically similar in each population ($X^2 = 2.33$ $p = 0.312$), this was more frequent - but not significantly - for children with typical development than for children with autistic disorders (CTD: 24.7%; CAD1: 18% and CAD2: 16.1%).

Third, the pet's living place was important for all groups. On the one hand, the absence of some interactions was clearly related to pets living outdoors: no play (CTD), no feeding (CAD2), no taking other responsibilities (CAD1) and no spending time with pet (CTD) (all Fisher's tests $p < 0.05$). On the other hand, the presence of some interaction categories was related to population. Most children with autistic disorders interacted with pets that lived indoors (Fisher's tests; CAD1: feeding, $p = 0.006$; CAD2: tactile interactions, $p = 0.001$, playing, $p = 0.009$) whereas most CTD interacted both with pets living indoors and with pets living outdoors (all Fisher's tests: tactile interactions, playing and spending time with pet, $p < 0.05$).

Fourth, the factor pet's age at adoption influenced significantly the interactions of children with autistic disorders. Indeed, the fact that a pet had been adopted when it was young influenced the presence of tactile interactions (CAD1), playing (CAD2), feeding (CAD1,

CAD2), taking other responsibilities (CAD1, CAD2) and spending time with pet (CAD1) (all Fisher's tests $p < 0.05$). Fifth, the fact that pet was present before the child's birth influenced CTD's tactile interactions and play with pet (Fisher's tests $p = 0.041$ and $p = 0.004$, respectively). Lastly, no differences could be related to pet's gender.

c. Social environment

Social environment components were strongly linked to the presence or the absence of interactions. First, the role played by family structure differed between populations. On the one hand, living in single-parent families was related to the presence of tactile interactions (CTD, CAD2), visual interactions (CAD2) and play with pet (CTD) (all Fisher's tests $p < 0.05$). On the other hand, most CAD1 living in biparental families spent time with their pets and took other responsibilities (both Fisher's tests $p < 0.01$). The presence of siblings only influenced CAD1's interactions with pets: having no sibling was linked with tactile interactions, whereas not being the elder was related to the absence of play (both Fisher's tests $p < 0.05$). Next, parental situation (*i.e.* employment and level of education) influenced differently CTD's and CAD2's interactions. For example, most CTD with an executive father interacted tactically with pets (Fisher's test $p = 0.018$; more details in table 2)

d. Other animals

General interest in other animals only influenced the interactions with pets of children with autistic disorders. On the one hand, having a strong interest in animals was linked to the presence of tactile and visual interactions (CAD1, CAD2), play (CAD2), feeding (CAD1), taking responsibilities (CAD2) and spending time with pet (CAD1, CAD2) (all Fisher's tests; $p < 0.05$). Practicing an outdoor activity with animals was a significant factor only for CAD1. Most CAD1 who did not practice an activity with animals – especially farm activities – interacted tactically with their pets (Fisher's tests; $p = 0.002$ and $p = 0.035$, respectively). On the contrary, horse riding was related to the presence of visual interactions with pets, feeding them and spending time with them (all Fisher's tests $p < 0.05$).

e. General pet ownership

Owning other pets had one influence: most CAD2 who did not feed the focus pet had other pets at home (Fisher test $p = 0.017$).

f. Physical environment

Neither living surroundings (rural or urban area) nor type of residence (house or flat) influenced interaction presence significantly in any of our populations.

	Typical development				Autistic disorders			
	6 to 12 years old		6 to 12 years old		6 to 12 years old		> 12 years old	
	Interactions	Presence	Absence		Interactions	Presence	Absence	
Participant's characteristics	Gender	f (girl)						
	Daily language							
	Diagnostic							
	Medical therapy							
Pet's characteristics	Other therapy							
	Gender							
	Place of living	a, c, f (both)	c, f (outdoor)					
	Age of adoption	a, c, f (both)	c, f (outdoor)					
General Pet ownership	Presence before participants birth	a, c (yes)						
	Reason for adoption	c (parents) d (child)	b, c, d (other child)					
	Origin	a (pet breeder) c (advent) c (rescued)	a, c, f (pet shop) b (pet breeder)					
	Other species at home							
Social environment	Siblings							
	Siblings' rank	a, c (single-parent)						
	Family structure	e, f (compagny head)						
	Mother's employment	a (executive)						
Physical environment	Father's employment							
	Mother's level of education							
	Father's level of education	c (MLE)						
	Living surroundings							
"Outside" animals	Residence							
	Outside activities with animals							
	Horse riding							
	Farm activities							
"Outside" animals	Attitudes towards others animals							

Table 2: Relationships between the presence or the absence of interactions and different factors according to children populations. Only significant links are represented with a letter for the focused interaction and the focused factors in brackets.

DISCUSSION

To our knowledge, this is the first study investigating the relationships of such a large number of children with autistic disorders with their pets. This study, based on parents' reports of child-pet interactions, revealed results contradicting the generally accepted ideas concerning people with autistic disorders and their relationships with pets: their interest in animals, the development of privileged relationships and the displayed interactions, especially visual interactions. However, members of our three study populations took other responsibilities in similar proportions. Lastly, the communication systems based on interactions were influenced mainly by the children's diagnosis, their social environment and their pet's characteristics.

One objection that can be addressed to this study based on questionnaires is that data could have been biased by parents' subjectivity. However, this approach constitutes the best compromise because (1) questioning children with autistic disorders directly can be complicated (*i.e.* as about half of them had never acquired any functional language (Bailey *et al.*, 1996) and (2) parental reports concerning both pets and their child's behavior are more reliable than children's interviews (Bryant, 1986), and lastly (3) direct observations are too costly in time for such exploratory studies (Serpell, 1983).

Against generally accepted ideas

Our results showed that some assumptions about children with autistic disorders and their relationships with animals should be moderated (*e.g.* they interact more easily “socially” with pets than with peers or human adults; Condoret, 1983). In our study, children with autistic disorders (1) were less interested in animals, (2) displayed fewer interactions with their familiar pets and (3) developed less privileged relationships with them than did children with typical development. Even though pets are easier to decode and generate a multisensory stimulation (Redefer & Goodman, 1989), the claim of consistent closer bonds appears an oversimplification. For example McNicholas & Collis (1995), in a case study of three boys with autistic disorders and their pets, reported few behaviors. Nevertheless, these boys showed greater sensitivity towards the animals' needs and feelings, and appeared to enjoy interacting tactically with them. Even though children with autistic disorders show a greater interest in animals than in objects (Celani, 2002), substantial differences between finding a picture of an animal attractive and interacting with real pets remain. During a first encounter

of 6-to-12-years-old children with an unfamiliar pet, children with autistic disorders clearly showed less interest in the pet than did children with typical development (Grandgeorge *et al.*, in preparation). Interestingly, our study highlighted the fact that most children with autistic disorders interacted visually with their pets. This raises questions about reported and observed difficulties in eye contact (Blake *et al.*, 2003; Dawson *et al.*, 1998; Mundy *et al.*, 1992). Could observation of and visual interaction be easier with pets than with human beings? Report of direct observations reveals varied results. Indeed, few visual interactions with a dog are observed (Prothmann *et al.*, 2005) whereas people with autistic disorders are attracted more strongly to pictures of animal than to pictures of human beings' or of objects (Celani, 2002).

Having a pet, a strategy of education?

Our results concerning the interaction "taking other responsibilities" (*e.g.* cleaning the litter box or the aquarium, grooming the pet) agreed with a previous estimation: approximately 75% 8-to-10 years old children take responsibilities for their pets (Rost & Hartmann, 1994). Interestingly, few differences appeared between children with autistic disorders - especially the older ones - and children with typical development. As a consequence, this raises the question concerning whether children with autistic disorders take the initiative by themselves or following their parents' initiative? In fact, parents influence indirectly the relationships between their children and their animals (Endenburg & Baarda, 1996). For example, parental implication has a positive effect on learning about animals (Beck *et al.*, 2001). This can be explained by several facts. First, parents can use the pet as a learning vector: they focus their children's attention on simple tasks (*e.g.* open/close the door) that stimulate children's learning like the perception of the requirements of animals (Melson, 2003). Second, learning is optimized when it occurs within meaningful relationships (Vygotsky, 1978), like relationships with pets. However, isolating the direct influence of exposure to animals from the influence of parental education is clearly difficult (Ascione, 1993; Paul & Serpell, 1993). Parents' influence may contribute to the improvements linked to a pet's arrival in families with children with autistic disorders families (Grandgeorge *et al.*, submitted-b).

Stimulating factors in the child-pet relationships

Pets' profiles can enhance child-pet relationships as humans' attitudes depend to some extent on animal's characteristics (Serpell, 2000). On the one hand, a favorable situation could be characterized by a pet (1) that was born in the private sector (friend, family, at home or unknown persons), (2) was adopted when young (3) for the child or the whole family and (4)

lived completely or partially indoors. On the other hand, an unfavorable situation could be characterized by a pet (1) that came from a pet shop, (2) was adopted when adult (3) for another child in the family or without any special reason and (4) lived wholly outdoors. Moreover, we showed here that social environment plays an important role in child-pet relationships. The fact that children with typical development are sensitive to environmental influences and social factors are commonly accepted is also true for children with autism (Grandgeorge *et al.*, 2009). Surprisingly, in the pet's adoption for the focus child was not the most frequent reason reported by families with children with autistic disorders, contrary to a previous report (Macdonald, 1981). Moreover, other factors expected to be important appeared to have no influence here (*e.g.* physical environment, child gender, having pets at birth; Bjerke *et al.*, 1998; Paul & Serpell, 1992; Rost & Hartmann, 1994). This invites researchers to reconsider the factors modulating human-pet relationships when the focus is on children with autistic disorders.

Relationships with pets depending on children's abilities

Relationships with pets need to be explored according to the autism specificity, for example a child's diagnosis and language skills. Here, the more severely impaired children were reported to display fewer interactions. Moreover, experiencing pet ownership at home influenced their global perception of animals as none of the children frightened by animals were pet owners, a fact consistent with previous results for children with typical development (Bowd, 1984). Altogether, these results raise different ways of thinking. First, the fact that fear was reported is surprising as fear is a complex emotion that could be altered by autistic disorders (APA, 1994). Could they express this emotion more easily when facing an animal - that is a non-verbal and foreseeable partner? Or could the parental report - and thus the interpretation - be flawed? Second, the reported reduced interest in animals and interactions with their pets raises the question of animal representation by people with autistic disorders. In a previous study (Prothmann *et al.*, 2009), children with autistic disorders interacted more with the therapist dog than with a person or with objects. As human action is mostly motivated on the basis of *metarepresentations* (*i.e.* we are attitudinal agents; Leslie, 1994), Prothmann *et al.* (2009) suggest that autistic disorders affect specifically inter-human communication, but not communication skills and *metarepresentations* in general. However, further studies are needed to explore this statement especially in a longitudinal perspective: does representation of animals evolve with age and/or experience as observed in children with typical development (Kidd & Kidd, 1987; Montagner, 1995; Nielsen & Delude, 1989)? Lastly, this

study invites rethinking the relationships between children with autistic disorders and pets, especially in animal assisted interventions. The use of simple informative questions such as: is your child interested in animals? What are the cognitive skills of this child, using simple indicators (*e.g.* level of language)? And so on... should bring potential improvements.

Conclusion

In conclusion, our data give, for the first time, a broad picture of the relationships between children with autistic disorders and their pets in their familial context. Further, additional research examining pet species particularities are needed and direct observations should yield more detailed information about the relationships between children with autistic disorders and their pets at home. As Prothmann *et al.* (2009) stated, autistic disorders affect inter-human communication. Thus, we predict that studying interactions with a non-human partner in a particular situation will enhance our understanding of the communication systems in such disorders.

REFERENCES

- APA (1994) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Washington).
- Archer, J. (1997) Why do people love their pets? *Evolution and Human Behavior* 18, 237-259.
- Ascione, F.R. (1993) Children who are cruel to animals: A review of research and implications for developmental psychopathology. *Anthrozoos* 5, 226-247.
- Bailey, A., Phillips, W., Rutter, M. (1996) Autism: towards an integration of clinical, genetic, neuropsychological, and neurobiological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 37, 89-126.
- Beck, A.M., Melson, G.F., Da Costa, P.L., Liu, T. (2001) The educational benefits of a ten-week home-based wild bird feeding program for children. *Anthrozoos* 14, 19-28.
- Bergesen, F.J. (1989) The effects of pet facilitated therapy on the self-esteem and socialization of primary school children. In *The 5th International Conference on the Relationship Between Humans and Animals* (Monaco).

- Bjerke, T., Odegardstuen, T.S., Kaltenborn, B.P. (1998) Attitudes toward animals among Norwegian children and adolescents: species preferences. *Anthrozoos* 11, 227-235.
- Blake, R., Turner, L.M., Smoski, M.J., Pozdol, S.L., Stone, W.L. (2003) Visual recognition of biological motion is impaired in children with autism. *Psychological Science* 14, 151-157.
- Bowd, A.D. (1984) Fears and understanding of animals in middle childhood. *Journal of Genetic Psychology* 145, 143-144.
- Bryant, B. (1986) The relevance of family and neighborhood animals to social-emotional development in middle childhood. In *Delta Society Conference* (Boston).
- Celani, G. (2002) Human beings, animals and inanimate objects - What do people with autism like? *Autism* 6, 93-102.
- Condoret, A. (1983) Speech and companion animals, experience with normal and disturbed nursery school children. In *New Perspectives in our Lives with Companion Animals*, A.H. Katcher, and A.M. Beck, eds. (Pennsylvania: University of Pennsylvania Press), pp. 467-471.
- Dawson, G., Melzoff, A.N., Osterling, J., Rinaldi, J., Brown, E. (1998) Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 28, 479-485.
- Eddy, T.J., Hart, L.A., Boltz, R.P. (1988) The effects of service dogs on social acknowledgments of people in wheelchairs. *The Journal of Psychology* 122, 39-45.
- Endenburg, N., and Baarda, B. (1996) The Role of Pets in Enhancing Human Well-being: Effects on Child Development. In *The Waltham Book of Human-Animal Interactions: Benefits and Responsibilities of Pet Ownership*, I. Robinson, ed., pp. 7-17.
- FACCO TNS Sofres (2008) 14^{ème} étude sur la place des animaux de compagnie en France.
- Filiatre, J.C., Millot, J.L., Montagner, H. (1986) New data on communication behavior between the young-child and his pet dog. *Behavioural Processes* 12, 33-44.
- Fombonne, E. (2003) Epidemiological surveys of autism and other pervasive developmental disorders: An update. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 33, 365-382.

- Grandgeorge, M., Deleau, M., Lemonnier, E., Hausberger, M. (submitted-a) The Strange Animal Situation Test.
- Grandgeorge, M., Hausberger, M., Tordjman, S., Deleau, M., Lazartigues, A., Lemonnier, E. (2009) Environmental Factors Influence Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. PLoS ONE 4, e4683.
- Grandgeorge, M., Tordjman, S., Lazartigues, A., Lemonnier, E., Deleau, M., Hausberger, M. (submitted-b) Pets improve social skills in children with autism. The first scientific evidence.
- Kidd, A.H., Kidd, R.M. (1987) Reactions of infants and toddlers to live and toy animals. Psychological Reports 31, 455-464.
- Lawrence, E.A. (2003). Some observations on "What is a pet?". Anthrozoos 16, 123-126.
- Leslie, A.M. (1994) ToMM, ToBY, and Agency: Core architecture and domain specificity. In Mapping the Mind. Domain Specificity in Cognition and Culture, L.A. Hirschfeld, and S.A. Gelman, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 119-148.
- Levinson, B. (1971) Household pets in training schools serving delinquent children. Psychological Reports 28, 475-481.
- Lord, C., Rutter, M., Le Couteur, A. (1994) Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. Journal of Autism and Developmental Disorders 24, 659-685.
- Macdonald, A. (1981) The pet dog in a home: a study of interactions. In Interrelations between people and pets, B. Fogle, ed. (Springfield, Illinois: Charles C. Thomas).
- Mader, B., Hart, L.A., Bergin, B. (1989) Social acknowledgement for children with disabilities: effects of service dogs. Child Development 60, 1529-1534.
- McNicholas, J., Collis, G.M. (1995) Relationships Between Young People with Autism and Their Pets. In 7th International Conference on Human-Animal Interactions, Animals, Health and Quality of Life, September 6-9 (Geneva, Switzerland).
- Melson, G.F. (2003) Child development and the human-companion animal bond. American Behavioral Scientist 47, 31-39.

- Melson, G.F. (2005) *Why the wild things are; animals in the lives of children* (Harvard University Press.).
- Mertens, C., Turner, D.C. (1988) Experimental analysis of human-cat interactions during first encounters. *Anthrozoos* 2, 83-97.
- Millot, J.L. (1996) Les interactions entre le jeune enfant et l'animal familier. *Devenir* 8, 43-60.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C. (1986) The behavioral sequences in the communication-system between the child and his pet dog. *Applied Animal Behaviour Science* 16, 383-390.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C., Eckerlin, A. (1989) Structure, function and genesis of the interactions between the young child and his pet dog. *Revue Internationale de Psychologie Sociale* 2, 211-226.
- Montagner, H. (1995) *L'enfant, l'animal et l'école* (AFIRAC).
- Mundy, P., Kasari, C., Sigman, M. (1992) Nonverbal communication, affective sharing and intersubjectivity. *Infant Behaviour Development* 15, 377-381.
- Nielsen, J.A., Delude, L.A. (1989) Behavior of young children in the presence of different kinds of animals. *Anthrozoos* 3, 119-129.
- Paul, E.S., Serpell, J. (1992) Why children keep pets: the influence of child and family characteristics. *Anthrozoos* 5, 231-244.
- Paul, E.S., Serpell, J.A. (1993) Childhood pet keeping and humane attitudes in young adulthood. *Animal Welfare* 2, 321-337.
- Prato Previde, E., Custance, D.M., Spiezio, C., Sabatini, F. (2003) Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's Strange Situation. *Behaviour* 140, 225-254.
- Prothmann, A., Albrecht, K., Dietrich, S., Hornfeck, U., Stieber, S., Ettrich, C. (2005) Analysis of child-dog play behavior in child psychiatry. *Anthrozoos* 18, 43-58.
- Prothmann, A., Ettrich, C., Prothmann, S. (2009) Preference for, and responsiveness to, people, dogs and objects in children with autism. *Anthrozoos* 22, 161-171.

- Redefer, L.A., Goodman, J.F. (1989) Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 19, 461-467.
- Rost, D.H., Hartmann, A. (1994) Children and their pets. *Anthrozoos* 7, 242-254.
- Serpell, J. (1983) The personality of the dog and its influence on the pet-owner bond. In *New Perspectives on our lives with companion animals*, A.M.B. Katcher, A.M., ed. (Philadelphia: University of Pennsylvania).
- Serpell, J.A. (1981) Childhood pets and their influence on adults attitudes. *Psychological Reports* 49, 651-654.
- Serpell, J.A. (2000) The power of animals: An ethnography. *Anthrozoos* 13, 127-128.
- Servais, V., Millot, J.L. (2003) Les interactions entre l'homme et les animaux familiers : quelques champs d'investigation et réflexions méthodologiques. In *L'éthologie appliquée aujourd'hui*, C. Baudouin, ed. (Paris: Editions ED).
- Siegel, S., Castellan, N.J. (2003) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, 2nd edn (New York: McGraw-Hill).
- Talay-Ongan, A., Wood, K. (2000) Unusual Sensory Sensitivities in Autism: a possible crossroads. *International Journal of Disability, Development and Education*, 47, 201-212.
- Vanhoutte, B.A., Jarvis, P.A. (1995) The role of pets in preadolescent psychosocial development. *Journal of Applied Developmental Psychology* 16, 463-479.
- Vygotsky, L. (1978) Interaction between Learning and Development. In *Mind in society*, M. Cole, ed. (Cambridge, MA: Harvard University Press), pp. 79-91.
- World Health Organization (1994) *The composite international diagnostic interview, Version 1.1. Geneva: Researcher's manual.*

4.2. Le rôle des caractéristiques intrinsèques de l'animal familial

Il apparaît dans l'étude précédente que les caractéristiques extrinsèques de l'animal (*e.g.* origine, raison d'adoption) sont liées aux interactions que les enfants avec autisme développent avec leurs animaux familiaux. Il est hautement probable que leurs caractéristiques intrinsèques (*e.g.* espèce, taille et apparence) puissent également jouer un rôle, d'autant plus important du point de vue des enfants avec autisme.

En effet, de nombreuses anecdotes et études cliniques rapportent que les personnes avec autisme peuvent présenter des réactions inhabituelles à différents stimuli sensoriels : rejet de certaines textures (*e.g.* peau, Kanner, 1943), attirance pour certains bruits ou intensités lumineuses (Grandin, 2009)... Ces difficultés sensorielles sont multimodales dans la plupart des cas (*e.g.* visuelle, auditive et tactile ; Leekam *et al.*, 2007). D'autres spécificités du syndrome autistique - la maîtrise de l'espace, le besoin d'immuabilité, ou les altérations de la sphère sociale - pourraient aussi influencer les interactions avec les animaux familiaux. Toutefois, la question des interactions entre les enfants avec autisme et leurs animaux familiaux n'a été jamais abordée sous l'angle d'une modulation par les caractéristiques intrinsèques de l'animal. A notre connaissance, il est en de même pour les enfants typiques.

Au vu de ces éléments, nous avons étudié les interactions entre les enfants, avec autisme et typiques, et leurs animaux familiaux en fonction de leur espèce, leur taille (*i.e.* grand, moyen, petit ou micro¹⁵) et leur apparence (*i.e.* à poils, plumes ou écailles). Ce travail a donné lieu à un manuscrit en préparation [*Which pet for which child? A study of the relationships between children with autism and their own pets*].

¹⁵ **Définitions** : *Grand* concerne les animaux qui ne peuvent être enlacés par des enfants (*e.g.* cheval), *moyen* concerne les animaux qui peuvent être enlacés par des enfants (*e.g.* chien type Labrador), *petit* concerne les animaux que les enfants peuvent tenir dans leurs bras (*e.g.* lapin) et enfin *micro* concerne les animaux qui peuvent être tenu dans une main d'enfant (*e.g.* poisson)

Manuscrit en préparation

Manuscript in preparation

Which pet for which child?

A study of the relationships between children with autism and their own pets

Marine Grandgeorge¹, Martine Hausberger¹,
Eric Lemonnier², Michel Deleau³, Sylvie Tordjman⁴

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552, Ethologie animale et humaine, Rennes, France

² Service de Pédiopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, France

³ Université Rennes 2, CRPCC, EA 1285, Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, Rennes, France

⁴ Département de psychiatrie, CHU Guillaume Rénier, Rennes, France

SYNTHESE DE L'ARTICLE 3

Questions. Est ce que l'espèce animale est liée aux différents types d'interactions d'après les informations données par les parents ? Ces interactions sont-elles différentes selon la taille ou l'apparence des animaux familiers ? Des différences existent-elles entre les enfants avec autisme et les enfants typiques ?

Méthodes. Nous avons utilisé le questionnaire parental présenté dans l'ARTICLE 2 pour étudier les interactions entre les enfants avec autisme et leurs animaux familiers en fonction de l'espèce animale, de sa taille (*i.e.* grand, moyen, petit ou micro¹⁶) et de son apparence (*i.e.* à poils, plumes ou écailles). Nous avons comparé, à nouveau, ces données à celles obtenues chez des enfants typiques.

Résultats. D'après leurs parents, les enfants avec autisme, quelque soit leur âge, ont moins d'interactions avec leurs animaux que les enfants typiques, notamment (1) avec les espèces chien, chat, et les animaux de ferme, (2) avec les animaux de grande taille et (3) avec les animaux à poils. Néanmoins, il apparaît que les enfants avec autisme ont plus d'interactions avec les micro-animaux.

Conclusions. Nos résultats révèlent que la taille de l'animal est un facteur important dans les interactions entre les enfants avec autisme et leurs animaux. Le peu d'interactions avec les grands animaux au profit des plus petits font écho au besoin de maîtrise de l'environnement, caractéristique du syndrome autistique. Par ailleurs, ce résultat pourrait expliquer les similitudes entre les enfants avec autisme et les enfants typiques dans leurs interactions avec des animaux contraints dans leur espace (*e.g.* rongeurs, poissons). Ces animaux pourraient être plus faciles à appréhender et à approcher. Inversement, les différences apparaissent avec des animaux libres de leurs mouvements, plus difficiles à "maîtriser" (*e.g.* chien, chat). Nous proposons ici différentes hypothèses pour expliquer ces résultats et amenons une réflexion autour de la question : quel animal pour quel enfant ?

¹⁶ Voir définition page 119, en note de bas de page

ABSTRACT

Autistic disorders are characterized by qualitative impairments in both social interactions and communication as well as multi-modal sensory difficulties. Case studies report that children with autism develop strong bonds with pets, however no real scientific evidence exists. Thus, we developed a parental questionnaire to investigate the relationships of children with autism and children with typical development with their own pets. We focused on simple interactions in relation to the species, size and appearance of the pet. Our large dataset of reports (n=325 participants) allowed us to show that children with autism, whatever their age, interacted less with their pets than did children with typical development. Moreover, the fact that the appearance or size of some pets seemed to influence interactions led us to investigate the question "which pet for which child". We suggest here that a pet's intrinsic characteristics reveal features of its relationship with humans, especially children with autism.

Key words: autistic disorders, children, parental questionnaire, pet, interaction

INTRODUCTION

Autistic disorders are characterized by qualitative impairments in both social interactions and communication as well as by restricted repertoires of interests, behaviors and activities (APA, 1994; WHO, 1994). Impairments of social interactions involving people with autistic disorders frequently correspond to a limited use of non-verbal behaviors, including gazes and facial expressions, as well as a lack of social and emotional reciprocity (Lord *et al.*, 1994). Moreover, these people do not seem to tolerate any type change, either in their physical environment or in the sequence of their activities during the day. When their routines are disrupted, children with autism become so anxious that they may display stereotypies or tantrums (Folstein, 2006). Furthermore, their lack of imaginative play is highly relevant for the development of their understanding of, and their way of thinking about, other people and other situations (Charman, 2008). All these impairments are linked to a failure to develop peer relationships.

Associated with this triad of dysfunctions (Wing & Gould, 1979), approximately 90% of children and adults with autism, whatever their age and QI, present multi-modal sensory difficulties (Leekam *et al.*, 2007). They can display different modes expressing pain and atypical responses to auditory, visual, tactile and olfactory stimuli (Cesaroni & Garber, 1991; Grandin, 2009; Leekam *et al.*, 2007; Tordjman *et al.*, 2009). However, these abnormalities differ from one individual to another. For example, Kanner (1943) reported that one boy with autism pushed people away as he did not want to be touched whereas other children with autism seem to search close proximity to other people. Grandin (2009) explained that some people with autism find visual stimuli that she loves (*e.g.* fluorescent lights), painful, fearful and discomforting. This heterogeneity, observed also in the social sphere, raises the question of whether and how sensory abnormalities in children with autism are connected to social and communication impairments (Leekam *et al.*, 2007).

However, this definition of autistic disorders is contrary to case reports stating that children with autism establish close relationships with pets. Based on the assumption that animals are easier to decode than humans (*e.g.* non-verbal communication; Redeker & Goodman, 1989), pets are widely used to help children with autism either in therapy or in daily life (Burrows *et al.*, 2008; Martin & Farnum, 2002). Rare theories concern children with autism and pets, but none compare their interactions with those of children with typical development.

Oddly enough, studies of the nature of interactions between children with typical development and pets are scarce, and those that do focus mainly on dogs. Observations of 2-to-5-year-old children in their homes show that they frequently interact tactically with their dogs, although dogs can sometimes behave agonistically towards young children (Filiatre *et al.*, 1986; Millot & Filiatre, 1986). The use of the tactile canal is consistent across age (Prato Previde *et al.*, 2003; Rost & Hartmann, 1994) and familiarity (Nielsen & Delude, 1989). Communication with dogs - and we presume with pets in general - is multichannel and therefore relies on different sensorial modalities (Millot, 1996). Whereas studies with dogs are relatively developed, data for other pets are more anecdotal. For example, as children grow up, they interact more vocally with non-familiar cats (Mertens & Turner, 1988). Children tend to feed birds (Beck *et al.*, 2001) and emit vocalizations towards them (Nielsen & Delude, 1989). Pre-school children observe and stroke rabbits when possible, and care for them (Nielsen & Delude, 1989; Wedl & Kotrschal, 2009). Finally, relationships between children and their own hamster are based mainly on their caring responsibilities (Rost & Hartmann, 1994).

Here, we investigated the reported interactions between children with autism and their pets, and compared them to children with typical development. We studied these interactions separately for each pet species, as species seemed to influence the nature of interactions (Nielsen & Delude, 1989). Autistic disorders are characterized by sensory impairments and impairment of environmental control (Folstein, 2006; Leekam *et al.*, 2007). In addition, we investigated the interactions in relation both to pet size and to its appearance as this may influence the relationships developed with pets. We hypothesized that children with autism would display less and different interactions than would children with typical development as some pets (according to their species, size and appearance) may elicit different interactions.

METHODS

Data were collected during two periods: April-December 2007 and October 2008-February 2009.

1. Participants

The participants were 325 subjects at least 6 years old at the time of the study. Subjects were divided into three populations:

a. Children with typical development composed the first population (CTD; $n=85$; mean age at assessment \pm SD (min – max) in years: 9.1 ± 2.1 (6–12.9) and included 38 boys and 47 girls: 76.5 % of these children belonged to a biparental family, 88.2% had siblings and 50.6% lived in a rural area.

b. Children with autism between 6 and 12 years old composed the second population (CAD1; $n=114$; mean age at assessment \pm SD (min – max) in years: 9.0 ± 1.5 (6–12) and included 18 girls and 96 boys: 82.4% of these children belonged to a biparental family, 94.7% had siblings and 63.1% lived in a rural area. Only 54.3% had a daily and functional language according to ADI-R (Lord *et al.*, 1994). This population did not differed in age from the population of children with typical development (Mann Whitney test; $n_1=85$, $n_2=114$, $U=8546$ $p=0.910$).

c. Children with autism over 12 years old composed the third population (CAD2; $n=126$; mean age at assessment \pm SD (min – max) in years: 20.0 ± 6.6 (12–34) and included 31 girls and 95 boys: 79.3% of these children belonged to a biparental family, 80.1% had siblings and 54.8% lived in a rural area. Only 65.1% had a daily and functional language according to ADI-R (Lord *et al.*, 1994).

Based on direct clinical observation of each child by independent child psychiatrists, the diagnosis of autistic disorders was certified according to the criteria of the both Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4th edition (APA, 1994) and International Classification of Diseases (WHO, 1994). It was confirmed by the ADI-R ratings (Lord *et al.*, 1994).

2. Questionnaires

We developed a parental questionnaire concerning the interactions that children displayed with their pets. This was an original questionnaire adapted for the behaviors of both children with typical development and with autistic disorders. It was field-tested to ascertain whether the structure and the text were easily comprehensible. Parents provided information about family situation, their child's characteristics, their child's general interest in animals, pet ownership and when appropriate, the pet's characteristics and child-pet interactions (for details, see Grandgeorge *et al.*, in preparation). As a rule, only one answer was allowed per species. Parents chose their child's preferred pet or the first one adopted.

Here we focus on child-pet interactions (presence/absence): (1) tactile interactions, (2) visual interactions (or observation), (3) play with pet, (4) feeding it, (5) taking other responsibilities (*e.g.* cleaning out the litter box or the aquarium, opening/closing the door, grooming the pet), (6) spending time with the pet. Interactions were analysed in relation to pet species, pet size and pet appearance.

Pet sizes were divided into four groups: (a) *micro pets* that can be held in the child's hands (*e.g.* fish), (b) *small pets* that can be held in the child's arms (*e.g.* rabbit), (c) *medium-sized pets* that can be fully hugged by a child (*e.g.* Labrador dog) and (d) *large pets* that are too large to be hugged by a child (*e.g.* horse).

Pet appearances were divided into three groups: (1) *scale pets* that have scales or shells (*e.g.* fishes, tortoises), (2) *feather pets* that have feathers (*e.g.* poultry, birds) and (3) *hair pets* that have hair, fur or fleece (*e.g.* dogs, sheep).

3. Procedure

The families were recruited through schools, day-care centres, adverts on web, the “*Centre de Ressource Autisme*” of Brittany (Bohars) or the child day-care facilities of the Bicêtre and Reims' University Hospitals. To recruit the families of children with autism, the psychiatrists first sent them a letter describing this research project. Otherwise, all families were proposed oral explanations and asked to give their consent concerning their participation. Then, a one-hour-appointment with the researcher (MG) was fixed to fulfil in the questionnaire (in a few cases, the questionnaire was sent directly to the family). This required 20 minutes to one hour. All responses were anonymous and no answer was considered either right or wrong.

4. Analyses

The analyses were conducted in three steps, using Minitab software and an accepted p level of 0.05. First, we described the reported interactions (presence/absence, in percent) according to pet species, pet size and pet appearance as well as to the three populations of children. A chi-square test of homogeneity assessed whether each dataset had a random distribution (*e.g.* all interactions displayed by children with typical development and large pet). None of our data sets had a random distribution that allowed us to perform the next analyses. Second, chi-

square tests, preferentially chi-squared tests of association, evaluated intra- and inter- group and population differences ($n \geq 5$). One sample chi-square tests were applied when more than 20% of the expected frequencies were less than 5 (Siegel & Castellan, 1988). Although results are expressed in % in the text, all statistic tests were performed on real data. Finally, we generated global profiles of interactions for pet species, pet size and pet appearance based on radar plot representations. Each radius represents a single type of interaction (percent of children reported to express it).

RESULTS

All results are based solely on parents' reports.

1. Patterns of interactions according to pet species

1.1. Common species

a. Relationships with cats

All children with typical development (CTD) interacted tactically and visually with their cat. A majority of CTD played (91.4%) and spent time with their cat (97.1%). Finally, CTD took care of it: most of them fed it (85.7%) and took other responsibilities (42.9%). A majority of the children with autistic disorders between 6 and 12 years old (CAD1) interacted tactically and visually with their cat (67.3% and 63.2% respectively). Half of them spent time with it (51%), whereas only one third played with it (34.7%). Few CAD1 took care of it (*i.e.* 20.4% fed it, 24.5% took other responsibilities). Finally, most of the children with autistic disorders over 12 years old (CAD2) interacted tactically and visually with their cat and spent time with it (73.6%, 67.3% and 65.3%, respectively). Some of them played with it (42.9%) and took care of it (*i.e.* 34.7% fed it, 46.9% took other responsibilities).

Comparisons of pooled data for all interactions between the three populations showed that (Fig. 1A) CTD interacted more than did either CAD1 or CAD2 ($X^2=86.17$ $p<0.001$ and $X^2=45.86$ $p<0.001$, respectively). CAD2 interacted more than did CAD1 ($X^2=8.67$ $p=0.004$). Considering interaction type, CTD expressed more interactions (*e.g.* tactile interactions, play)

with their cat than did either CAD1 or CAD2 (all chi-square tests $p < 0.001$), except for taking other responsibilities. CAD2 took more other responsibilities than did CAD1 ($X^2 = 5.38$ $p = 0.02$).

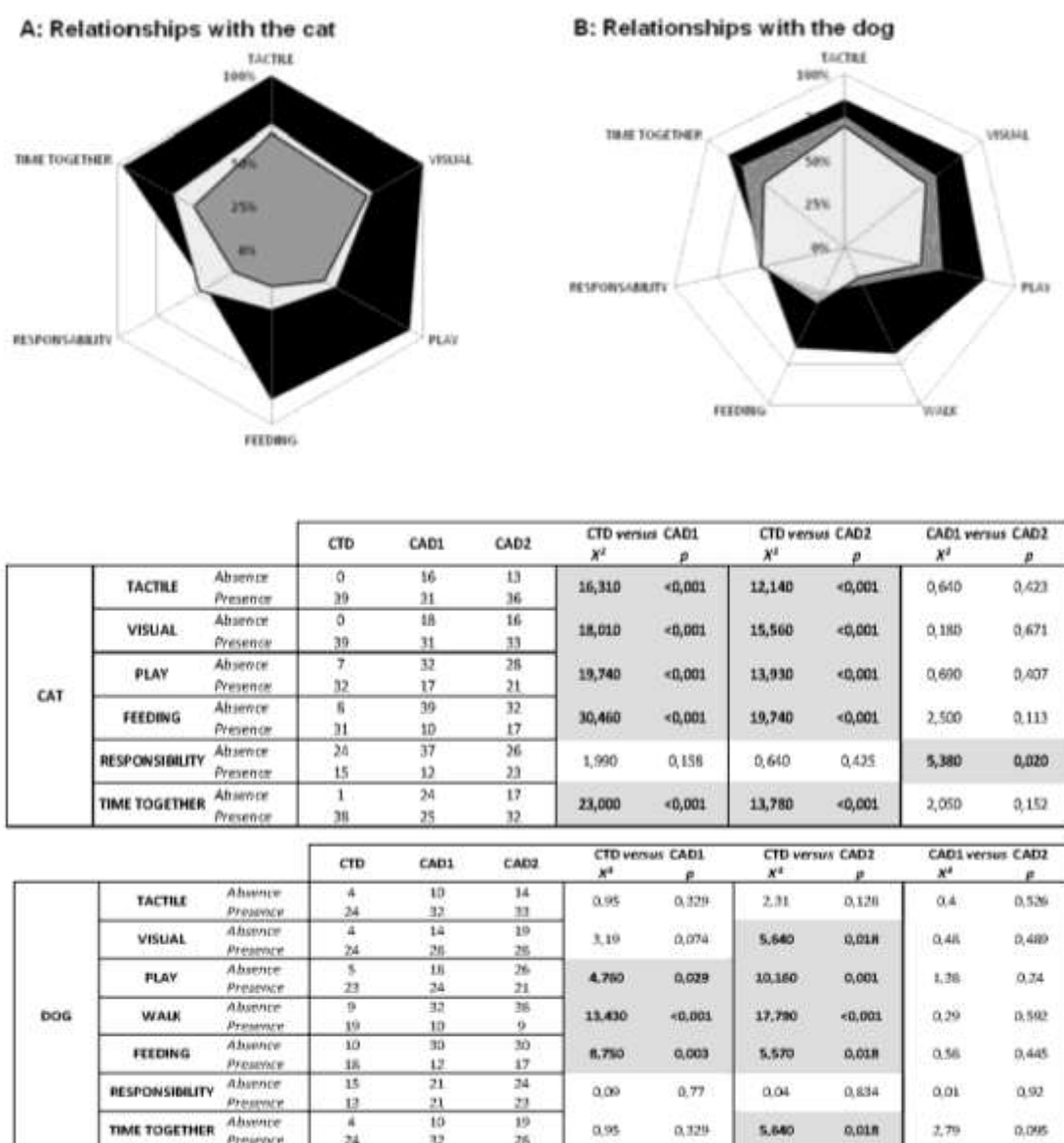


Fig. 1: Interactions with cats and dogs. General pattern of interactions according to children with typical development (CTD; in black), children with autistic disorders between 6 and 12 years old (CAD1; in dark grey) and over 12 years old (CAD2; in light grey) with cats (A) and dogs (B). Representations are radar plots. The tables sum up the differences between each population and interaction. Level of significance: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ (Chi-square tests).

b. Relationships with dogs

Most CTD interacted tactically and visually with their dog (both 85.7%) and played and spent time (82.1% and 85.7% respectively) with it. Moreover, they took care of it as they walked it (67.9%), fed it (64.3%) and took other responsibilities (46.4%). A majority of CAD1 interacted tactically and visually with their dog (76.2% and 66.7% respectively) and spent time and played with it (76.2% and 57.1% respectively). Half of them took other responsibilities (50%). Finally, a few CAD1 fed (28.6%) and walked it (23.8%). A majority of CAD2 interacted tactically and visually with their dog (70.2% and 59.6%, respectively) and spent time with it (59.6%). Approximately half of them took other responsibilities (48.9%) and played with it (44.7%). Finally, some CAD2 fed (36.2%) and walked it (19.1%).

Comparisons of pooled data for all interactions between the three populations showed that (Fig. 1B) CTD interacted more with their dog than did either CAD1 or CAD2 ($X^2=19.77$ $p<0.001$ and $X^2=33.16$ $p<0.001$, respectively). CAD2 did not interacted significantly more than did CAD1 ($X^2=2.06$ $p=0.152$). Considering interaction type, more CTD played with their dog, walked and fed it than did either CAD1 or CAD2 (all chi-square tests $p<0.05$). In addition, more CTD interacted visually and spent time with it than did CAD2 (both chi-square tests $p<0.02$).

c. Comparisons between relationships with cats and with dogs

All CTD interacted tactically and visually with their cat, whereas only 85.7% did with their dog ($X^2=5.93$ $p=0.015$). More CAD1 played with their dog (57.1% *versus* 34.7%; $X^2=4.6$ $p=0.032$) and spent time with it (57.1% *versus* 34.7%; $X^2=6.37$ $p=0.012$) than with their cat. Moreover more CAD1 took other responsibilities with their dog than with their cat (76.2% *versus* 51%; $X^2=6.12$ $p=0.013$). No significant differences were observed for CTD's and CAD1's other interactions or for any CAD2's interaction with either dogs or cats (all chi square $p>0.05$).

1.2. Less frequent species

a. Relationships with fishes

No statistical differences between populations could be evidence for any of the interaction categories (all chi square tests $p>0.05$; Fig. 2A). The most frequent interactions were feeding, taking other responsibilities and spending time with their fishes, especially for CAD2. A

majority of the children observed the fishes (*i.e.* visual interactions) whereas none played with them or touched them (except for 14.3% of CAD1).

b. Relationships with rodents

A majority of children in each population expressed each category of interactions (Fig. 2B). The most frequent interactions were tactile and visual, play as well as spending time with their rodent. No statistically significant differences were observed between CTD and CAD1 for all reported interactions categories except taking other responsibilities: more CTD took care of with their rodent than did CAD1 (63% *versus* 9%; $X^2=6.71$ $p=0.01$; Fig. 2B).

c. Relationships with poultry

No statistically significant differences were observed between reported interactions whatever the populations concerned (all chi square tests $p>0.05$; Fig. 2C). Interactions were mainly visual. Few children expressed other behaviors except CTD who fed their poultry more than did CAD1 (80% *versus* 16.7%; $X^2=4.41$ $p=0.036$).

d. Relationships with rabbits

CTD interacted more with their rabbit than did either CAD1 or CAD2 (both chi square tests $p<0.001$; Fig. 2D). More CTD interacted tactically and played with it and fed it than did either CAD1 or CAD2 (all chi square $p<0.05$). No significant differences appeared for visual interactions, taking other responsibilities and spending time with pet (all chi square test $p>0.05$).

e. Relationships with birds

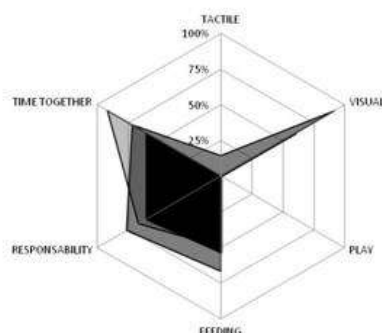
No statistically significant differences were observed between populations whatever the reported interactions (both chi square tests $p>0.05$; Fig. 2E). Interactions were mainly visual and spending time with their birds. Half the children in each population fed them, but none played with them. Interestingly, half CTD interacted tactically with them.

f. Relationships with equines

CTD interacted more with their equine (*i.e.* horse, pony or donkey) than did either CAD1 or CAD2 (both chi square tests $p<0.01$; Fig. 2F). Most CTD interacted tactically with it, fed it, took other responsibilities and spent time with it. The most frequent interactions, for both CAD1 and CAD2 were visual.

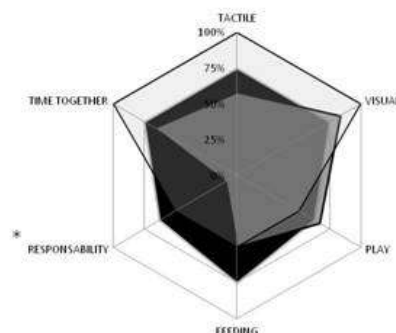
A: Relationships with fishes

(n= 15 with CTD, 21 with CAD1, 15 with CAD2)



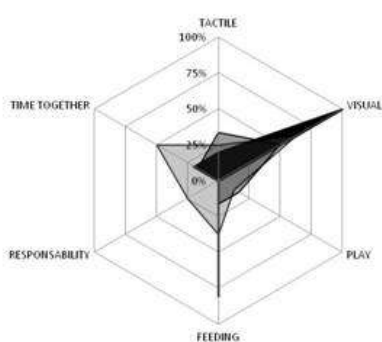
B: Relationships with rodents

(n= 8 with CTD, 12 with CAD1, 2 with CAD2)



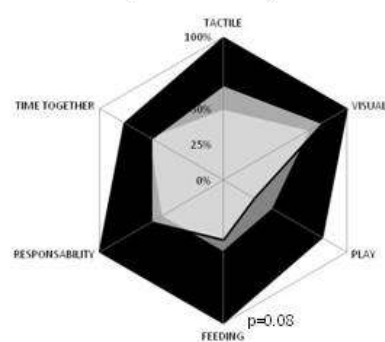
C: Relationships with poultry

(n= 5 with CTD, 6 with CAD1, 8 with CAD2)



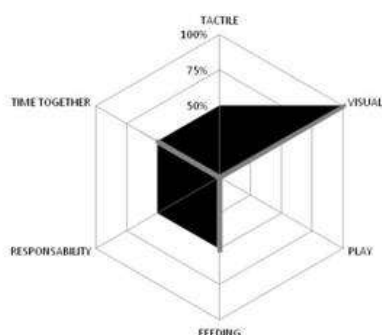
D: Relationships with rabbits

(n= 5 with CTD, 10 with CAD1, 12 with CAD2)



E: Relationships with birds

(n= 2 with CTD, 8 with CAD1, 6 with CAD2)



F: Relationships with equine

(n= 3 with CTD, 5 with CAD1, 10 with CAD2)

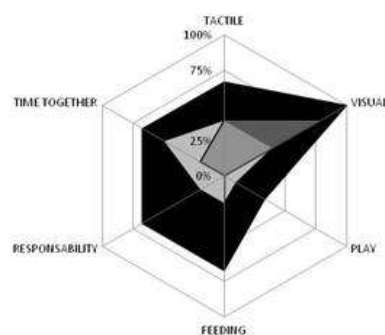


Fig. 2: Pet species. General pattern of interactions between children with typical development (CTD; in black), children with autistic disorders between 6 and 12 years old (CAD1; in dark grey) and over 12 years old (CAD2; in light grey) and different pet species. Level of significance: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ (Chi-square tests).

g. Relationships with rarer pet species

More anecdotic, because they were much less frequent, were relationships with farm animals (cattle, ovine/caprid), tortoises or Phasmidea (stick insects), owned only by some CAD1 and CAD2. CAD1 and CAD2 established relationships mainly based on visual interactions (cattle: $n=2/3$, $n=1/2$; ovine/caprid: $n=1/1$, $n=5/8$ respectively). All CAD1 interacted tactically and spent time with their cattle ($n=3$) or fed their ovine/caprid and spent time with them ($n=1$). Half CAD2 ($n=4$) interacted tactically and spent time with their ovine/caprid. Most CAD1 ($n=2/3$) interacted visually, played and spent time with their tortoise and all fed it ($n=3$). The relationship between CAD2 ($n=1$) and their tortoise was based on tactile and visual interactions and spending time with it. Finally, only one CAD1 had a phasmid and only interacted visually with it.

2. Interaction patterns in relation to pet size and pet appearance

Pet size and pet appearance were linked ($X^2=227.9$, $p<0.001$): all scale pets were micro pets and all large and medium-sized pets were hair pets.

2.1. Size groups

a. Relationships with large pets

All CTD interacted visually with their large pets ($n=3$). Two CTD interacted tactically and spent time with them, fed them and took others responsibilities. Only one CTD played with them. Visual and tactile interactions (71.4% and 57.1% respectively) were the most frequently reported interactions of CAD1 with their large pets ($n=7$). Approximately half CAD1 spent time with them (42.9%). However, few CAD1 fed them (14.3%) and none played with them or took responsibilities. Finally, CAD2 developed few interactions with their large pets ($n=10$). Only approximately one third interacted visually and tactically and spent time with them (30% in each case). Playing (10%), feeding (10%) and taking other responsibilities (0%) were observed even less frequently.

All interactions of the three populations were compared (Fig. 3A). Considering pooled data for all interactions, CTD expressed more interactions than did either CAD1 or CAD2 (both chi square tests $p<0.001$). Considering interaction category, more CTD took other

responsibilities ($X^2=12.6$ $p<0.001$) and CAD2 interacted visually less with the large pets ($X^2=5.05$ $p=0.025$).

b. Relationships with medium-sized pets

Most CTD displayed all categories of interactions with their medium-sized pets ($n=20$). All CTD interacted tactically with them. All except one child, interacted visually, spent time and played with them (95% in each case). A majority fed them (75%) and took other responsibilities (65%). Visual interactions and time spent with pet (77.8% and 60% respectively) were the most frequently reported interactions between CAD1 and their medium-sized pets ($n=45$). Half CAD1 fed them (53.3%). Few CAD1 interacted tactically, played with them (15.6% and 20%, respectively) or took other responsibilities (37.8%). Finally, most CAD2 interacted tactically and spent time with their medium-sized pets ($n=33$; 69.7% and 63.6% respectively). Approximately half CAD2 interacted visually (54.6%), played with them (45.5%) or took other responsibilities (42.4%). Finally, one third fed them (3.3%).

All interactions of the three populations were compared (Fig. 3B). Pooled data indicated that CTD expressed more interactions than did either CAD1 or CAD2 (both chi square tests $p<0.001$). Comparisons for each category showed that more CTD displayed each interaction than did either CAD1 or CAD2 (all chi square $p<0.02$) except taking other responsibilities ($X^2=4.27$ $p=0.12$).

c. Relationships with small pets

Most of the CTD displayed all categories of interactions with their small pets ($n=62$). Most CTD interacted tactically and visually (85.5% and 93.6% respectively), played (67.7%) and spent time with them (83.9%). They took care of their small pets, as three-quarters of the CTD fed them (75.8%) and one-third took other responsibilities (37.1%). Many CAD1 interacted with their small pets ($n=34$). They interacted tactically and visually (82.3% and 64.7% respectively), played (52.9%) and spent time with them (67.6%). Only one-third took care of them (29.4% fed them and 38.2% took other responsibilities). Finally, most CAD2 interacted tactically and visually (65.9% and 69.4% respectively) and spent time with their small pets ($n=75$; 62.3%). Approximately half CAD2 took other responsibilities (45.9%), but only one-third played with their pet or fed them (both 37.7%).

All interactions of the three populations were compared (Fig. 3C). Pooled interaction data showed that CTD expressed more interactions than did either CAD1 or CAD2 (both chi square tests $p < 0.001$). More CTD interacted visually, played and spent time with small pets and fed them than did either CAD1 or CAD2 (all chi square $p < 0.02$). Less CAD2 interacted tactically than did either CTD or CAD1 ($X^2 = 8.5$ $p = 0.014$).

d. Relationships with micro pets

Most CTD interacted visually (70.8%) with their micro pets ($n = 24$). Approximately half CTD spent time with them and fed them (both 58.3%). One-third took other responsibilities (37.5%), whereas few interacted tactically or played with them (12.5% and 8.3% respectively). Most CAD1 interacted tactically and visually (66.7% and 60.5% respectively) and spent time (58%) with their micro pets ($n = 81$). Approximately one-third played with them (39.5%), fed them (29.6%) or took other responsibilities (30.9%). Visual interactions and spending time with pet were the most frequent interactions between CAD2 and their micro pets ($n = 21$). Some took care of them as they fed them (42.9%) and took other responsibilities (38.1%). Finally, few interacted tactically (4.8%) and none played with them.

All interactions of the three populations were compared (Fig. 3D). No significant differences appeared when pooled interaction data were considered ($X^2 = 4.1$ $p = 0.129$), although more CAD1 interacted tactically and played with their micro pets than did either CTD or CAD2 (both chi square tests $p < 0.001$) and fewer CAD2 fed them than did either CTD or CAD1 (both chi square tests $p < 0.05$).

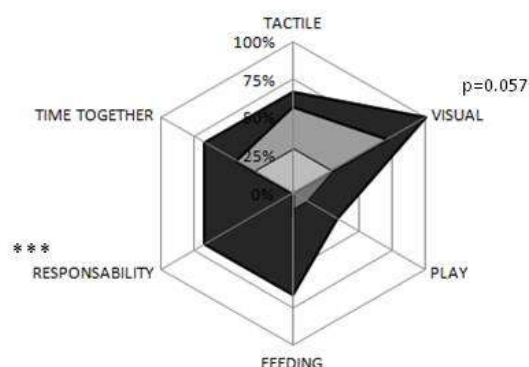
e. Comparison between size groups

Pet size influenced the presence of tactile interactions and of play in the three groups. On the one hand, micro pets were the least involved in tactile interactions and play with CTD ($X^2 = 55$ $p < 0.001$; $X^2 = 38.9$ $p < 0.001$) and CAD2 ($X^2 = 30.9$ $p < 0.001$; $X^2 = 16$ $p < 0.001$). On the other hand, CAD1 interacted tactically more with small pets than with the medium-sized pets ($X^2 = 33.3$ $p < 0.001$). Moreover, they played more with small pets ($X^2 = 16.9$ $p < 0.001$). Pet size influenced visual interactions: CTD interacted visually less with micro pets whereas CAD2 interacted visually less with large pets (both chi square tests $p < 0.05$). Finally, pet size influenced less feeding, taking other responsibilities and spending time with pets. Fewer CTD spent time with their micro pets than with pets of other size groups ($X^2 = 10.7$ $p < 0.05$). More

CAD1 fed their medium-sized pets than the pets of the other size groups ($X^2=9.4$ $p=0.024$). No CAD2 took other responsibilities with large pets ($X^2=7.9$ $p=0.048$).

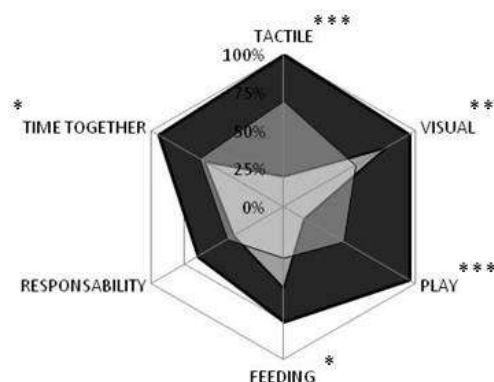
A: Relationships with large pets

($n=3$ with CTD, 7 with CAD1, 10 with CAD2)



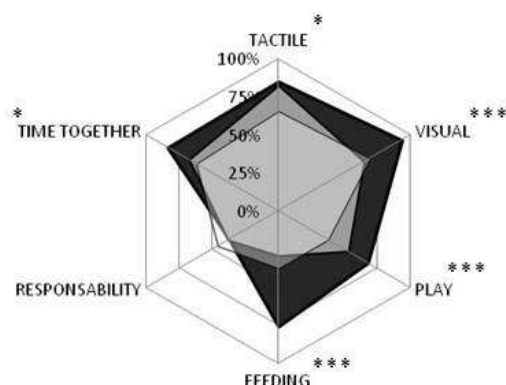
B: Relationships with medium-sized pets

($n=20$ with CTD, 45 with CAD1, 33 with CAD2)



C: Relationships with small pets

($n=62$ with CTD, 34 with CAD1, 85 with CAD2)



D: Relationships with micro pets

($n=24$ with CTD, 81 with CAD1, 21 with CAD2)

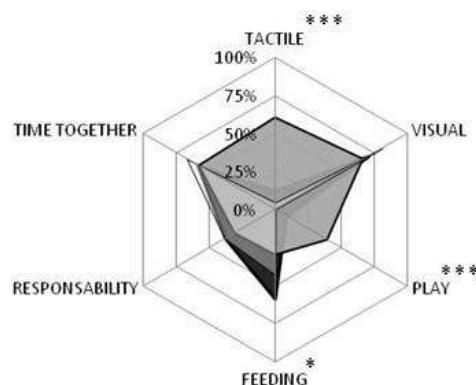


Fig. 3: Pet size. General pattern of interactions between children with typical development (CTD; in black), children with autistic disorders between 6 and 12 years old (CAD1; in dark grey) and over 12 years old (CAD2; in light grey) with (A) large pets, (B) medium-size pets, (C) small pets and (D) micro pets. Level of significance: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ (Chi-square tests).

4.2. Appearance groups

a. Relationships with scale pets

Most of the CTD interacted visually (68.4%) with their scale pets (n=19), fed them and spent time with them (both 57.9%). Few took other responsibilities (36.8%) and none played or interacted tactically with them. Most CAD1 interacted visually (78.6%), spent time (60.7%) with their scale pets (n=28), fed them (60.7%) and took other responsibilities (57.1%). Few played or interacted tactically with them (3.6% and 14.3%, respectively). Finally, interacting visually and spending time were the most frequent interactions between CAD2 and their scale pets (n=16). Half of them took other responsibilities (50%), a few fed them (37.5%) or interacted tactically with them (6.25%) but none played with them.

All interactions of the three populations were compared (Fig. 4A). No significant differences appeared when we compared interactions between each population (all chi square tests $p>0.05$).

b. Relationships with feather pets

All CTD interacted visually with their feather pets (n=7) and most CTD fed them (71.4%). Few interacted tactically, spent time with them (both 28.6%) or took responsibilities (24.3%). None played with them. Visual interactions were the most frequently reported interactions (64.3%) between CAD1 and their feather pets (n=14). Few interacted tactically, played, spent time with them (14.3%, 7.1% and 42.9% respectively) or fed them (35.7%). None took responsibilities. Finally, visual interactions were also the most frequent interaction category (76.9%) between CAD2 and their feather pets (n=13). Approximately half spent time with them (53.9%) and fed them (46.2%). Few interacted tactically or played with them (15.4% and 7.7% respectively). None took other responsibilities.

All interactions of the three populations were compared (Fig. 4B). No differences appeared when we compared interactions between each population (all chi square tests $p>0.05$).

c. Relationships with hair pets

Most CTD displayed all interactions categories with their hair pets (n=83). A majority interacted tactically and visually (91.6% and 92.8% respectively), played (77.1%), spent time with them (89.2%) and fed them (74.7%). Approximately half took other responsibilities (47%). Most CAD1 interacted tactically and visually (67.5% and 68.3% respectively) and

spent time (61.1%) with their hair pets (n=126). Approximately half played with them (43.7%) and a few took care of them (feeding: 29.4%; other responsibilities: 30.9%). Finally, visual and tactile interactions were the most frequently reported interaction categories (67.2% and 62.3% respectively) between CAD2 and their hair pets (n=122). Approximately half of them spent time with their hair pet (59.8%). More than one-third played with them (39.3%) and took care of them (feeding: 39.3%; other responsibilities: 43.4%).

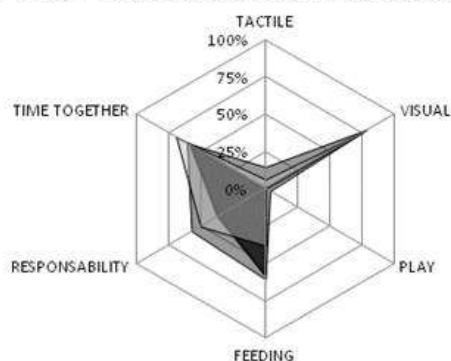
All interactions of the three populations were compared (Fig. 4C). Pooled interaction data revealed that CTD expressed more interaction categories than did either CAD1 or CAD2 (both chi square tests $p < 0.001$) and more CTD expressed each interaction category than did either CAD1 or CAD2 (all chi square tests $p < 0.05$).

d. Comparisons between appearance groups

Pet appearance influenced tactile interactions and play in the three groups. On the one hand, scale pets were less involved in tactile interactions with CTD ($X^2=70.5$ $p < 0.001$) and CAD1 ($X^2=35.9$ $p < 0.001$) and hair pets were more involved in tactile interactions with CTD ($X^2=70.5$ $p < 0.001$) and CAD2 ($X^2=31$ $p < 0.001$). On the other hand, CTD, CAD1 and CAD2 (except one CAD1; all chi square tests $p < 0.001$) were never reported to play with scale pets. Pet appearance influenced taking other responsibilities: none of the CAD2 took other responsibilities with their feather pets ($X^2=9.9$ $p=0.007$) whereas most of the CAD1 did with their scale pets ($X^2=14.6$ $p=0.001$). Finally, pet appearance influenced less visual interactions, feeding and time spent with pet. Fewer CTD interacted visually with their scale pets than the other groups ($X^2=10.3$ $p < 0.01$) or spent time with their feather pets ($X^2=21.6$ $p < 0.001$). More CAD1 fed their scale pets than the other groups ($X^2=9.9$ $p=0.007$).

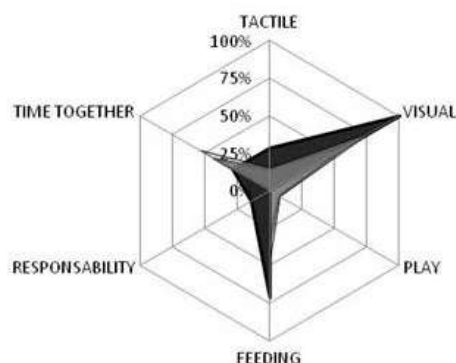
A: Relationships with scale pets

(n=19 with CTD, 28 with CAD1, 16 with CAD2)



B: Relationships with feather pets

(n=7 with CTD, 14 with CAD1, 13 with CAD2)



C: Relationships with hair pets

(n=83 with CTD, 126 with CAD1, 122 with CAD2)

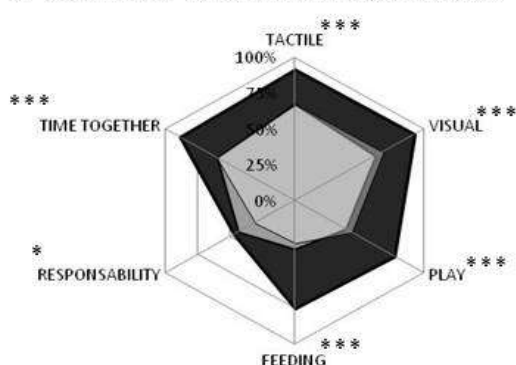


Fig. 4: Pet appearance. General pattern of interactions between children with typical development (CTD; in black), children with autistic disorders between 6 and 12 years old (CAD1; in dark grey) and over 12 years old (CAD2; in light grey) with (A) scale pets, (B) feather pets and (C) hair pets. Level of significance: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ (Chi-square tests).

DISCUSSION

Our study reveals that children with autism, whatever their age, were reported less frequently as interacting with their pets than were children with typical development. Differences were observed in relation to pet species as well as both pet size and pet appearance. To our knowledge, these latter variables have never been used before in research on child-pet relationships. Thus, pet species, pet appearance and pet size influenced interactions reported both for children with autism and children with typical development.

Children with autism were reported either to behave as children with typical disorders or not in relation to the pet species. On the one hand, similarity concerned, for example, interactions with fishes, birds or rodents. What is special about these species is that they live in a restricted space (*i.e.* aquarium, aviary, cage...). This space limitation may constraint relationships because interactions can only be at the child's initiative. Thus, children with autism seemed to be prone to interact spontaneously with familiar pets restricted in space, as did children with typical development. Are these pets easier to control or to approach for children with autism? On the other hand, children with autism interacted less with some species than did children with typical development. Two pet subgroups can be identified: (1) cats and dogs, (2) farm animals (*i.e.* equine, cattle and ovine/caprid). Dogs and cats can be the initiators of interactions (Gacsi *et al.*, 2004; Mertens & Turner, 1988) because, in part, they are not restricted to a space in most cases. Moreover, they have their own individuality but seek contact with humans (Serpell, 1995; Turner, 2000). The restricted interactions reported for children with autism could be explained by two non-exclusive hypotheses. First, dogs and cats may be more complex to decode than other species, for example, their postures or their large range of vocalizations (Serpell, 1995; Turner, 2000). Moreover, they may be perceived by children with autism as less controllable as not restricted to a confined space, therefore less predictable. Second, contrary to popular belief, pets may be not looking for a relationship with children with autism more than with other children. One could even propose that some dogs or cats might avoid them. Since some interactions can be initiated by dogs and cats, they may be less frequent or absent. Obviously, these assumptions need to be explored, for example, by direct observations. Finally, farm animals meaning equine and more anecdotally, cattle, ovine and caprid live outdoors and may be considered as dangerous by children with autism (*e.g.* large and many animals). Thus, their parents may regulate this relationship to avoid potential problems (Bergstrom *et al.*, in press).

As expected, this notion of pet size is important especially for children with autism between 6 and 12 years old. Indeed, they interacted more with their micro and small pets. This size effect may reflect the need of immutability and environmental control in autistic disorders (Kanner, 1943; Wing & Gould, 1979). Moreover, this evokes the "content/container" concept underlying autistic disorders theories (Mellier, 2005). Winnicott's conceptualization (*i.e.* handling, holding) could be interpreted in terms of a containing function (Casement, 1985). Therefore, pets that can be held or carried may be easier to control for children with autism. Small or micro pets may be more suited than larger pets (*e.g.* dogs) for young children with

autism. The interactions of children with typical development with large or medium-sized pets were more diverse, thus supporting previous reports (Nielsen & Delude, 1989). Finally, no clear differences appeared for children with autism over 12 years old.

As expected, this notion of pet appearance is important. This classification aimed to investigate the relationship between pet appearance and interaction frequency. The interactions with feather and scale pets of children with typical development and of children with autism were similar. However, younger children with autism seemed to be attracted to scale pets more than to micro pets. Thus, contrary to our expectations, appearance did not seem to enhance or repel children with autism in spite of their sensory impairments (*e.g.* attraction to certain sounds or colors, rejection of others; Grandin, 2009). Pet appearance might be either a secondary factor behind pet size or the reported interactions might be the result of interplay between these two factors. In addition, all children interacted more with hair pets, thus confirming previous observations (Nielsen & Delude, 1989) although less children with autism interacted with hair pets.

Finally, our results indicate that all children with autistic disorders showed, on the whole, similar patterns of interactions with pets, whatever their age. Previous studies of relationships between children with autism and their pets never reported a clear age difference (Martin & Farnum, 2002; Prothmann *et al.*, 2005, 2006, 2009; Redeker & Goodman, 1989). However, to our knowledge, none of the studies included such a large age range and number of participants (*i.e.* 325 aged between 6 to 34 years). If chronological age is not a clear discriminating factor in relationships with pets, what could be the important factors: mental age? Language skills? Gender?

In conclusion, our research demonstrates the value of the question: which pet for which child. We show the importance of studying pets beyond the simple species factor. Indeed, their intrinsic characteristics highlight features of their relationships with humans, especially those with disorders such as autistic disorders (*e.g.* sensory impairments, control of the environment, communication alteration). Integration of the autistic features is required to develop a detailed vision of the relationships they can establish with their pets. Further studies on pet appearance and size are needed to understand better the attractive or repulsive aspects in interspecific interactions. A major aspect to explore is the relationship with "free" pets (*e.g.* dogs, cats) and their less frequent interactions with children with autism. Only direct observations in their familiar environment could confirm these assumptions and highlight the

precise underlying mechanisms of interactions. Understanding spontaneous interactions and, thus, relationships with familiar pets may help to improve animal-assisted interventions as well as understanding social development and impairments in autistic disorders.

REFERENCES

- APA (1994) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Washington).
- Beck, A.M., Melson, G.F., Da Costa, P.L., Liu, T. (2001) The educational benefits of a ten-week home-based wild bird feeding program for children. *Anthrozoos* 14, 19-28.
- Bergstrom, R., Tarbox, J., Gutshall, K.A. (in press) Behavioral intervention for domestic pet mistreatment in a young child with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*.
- Burrows, K.E., Adams, C.L., Spiers, J. (2008) Sentinels of Safety: Service Dogs Ensure Safety and Enhance Freedom and Well-Being for Families With Autistic Children. *Qualitative Health Research* 18, 1642-1649.
- Casement, P. (1985) *À l'écoute du patient* (Paris: PUF).
- Cesaroni, L., Garber, M. (1991) Exploring the experience of autism through first hand. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 21, 303–313.
- Charman, T. (2008) Autism spectrum disorders. *Psychiatry* 7, 331-334.
- Filiatre, J.C., Millot, J.L., Montagner, H. (1986) New data on communication behavior between the young-child and his pet dog. *Behavioural Processes* 12, 33-44.
- Folstein, S.E. (2006) The clinical spectrum of autism. *Clinical Neuroscience Research* 6, 113–117.
- Gacsi, M., Miklosi, A., Varga, O., Topal, J., Csanyi, V. (2004) Are readers of our face readers of our minds? Dogs (*Canis familiaris*) show situation-dependent recognition of human's attention. *Animal Cognition* 7, 144-153.
- Grandgeorge, M. *et al.* (in preparation). Familiar animals and children with autistic disorders: what are the characteristics of interactions?

- Grandin, T. (2009) Visual abilities and sensory differences in a person with autism. *Biological Psychiatry* 65, 15-16.
- Kanner, L. (1943) Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child* 2, 217-250.
- Leekam, S.R., Nieto, C., Libby, S.J., Wing, L., Gould, J. (2007) Describing the sensory abnormalities of children and adults with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 37, 894–910.
- Lord, C., Rutter, M., Le Couteur, A. (1994) Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 24, 659-685.
- Martin, F., Farnum, J. (2002) Animal-assisted therapy for children with pervasive developmental disorders. *Western Journal of Nursing Research* 24, 657-670.
- Mellier, D. (2005) La fonction à contenir. Objet, processus, dispositif et cadre institutionnel. *La psychiatrie de l'enfant* 2, 425-499.
- Mertens, C., Turner, D.C. (1988) Experimental analysis of human-cat interactions during first encounters. *Anthrozoos* 2, 83-97.
- Millot, J.L. (1996) Les interactions entre le jeune enfant et l'animal familial. *Devenir* 8, 43-60.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C. (1986). The behavioral sequences in the communication-system between the child and his pet dog. *Applied Animal Behaviour Science* 16, 383-390.
- Nielsen, J.A., Delude, L.A. (1989) Behavior of young children in the presence of different kinds of animals. *Anthrozoos* 3, 119-129.
- Prato Previde, E., Custance, D.M., Spiezio, C., Sabatini, F. (2003) Is the dog–human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's Strange Situation. *Behaviour* 140, 225–254.
- Prothmann, A., Albrecht, K., Dietrich, S., Hornfeck, U., Stieber, S., Ettrich, C. (2005) Analysis of child-dog play behavior in child psychiatry. *Anthrozoos* 18, 43-58.
- Prothmann, A., Bienert, M., Ettrich, C. (2006) Dogs in child psychotherapy: Effects on state of mind. *Anthrozoos* 19, 265-277.

- Prothmann, A., Ettrich, C., Prothmann, S. (2009) Preference for, and responsiveness to, people, dogs and objects in children with autism. *Anthrozoos* 22, 161-171.
- Redefer, L.A., Goodman, J.F. (1989) Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 19, 461-467.
- Rost, D.H., Hartmann, A. (1994) Children and their pets. *Anthrozoos* 7, 242-254.
- Serpell, J. (1995) *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Siegel, S., Castellan, N.J. (1988) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, 2nd edn (New York: McGraw-Hill).
- Tordjman, S., Anderson, G.M., Botbol, M., Brailly-Tabard, S., Perez-Diaz, F., Gaignic, R., Carlier, M., Schmit, G., Rolland, A.C., Bonnot, O., *et al.* (2009) Pain Reactivity and Plasma beta-Endorphin in Children and Adolescents with Autistic Disorder. *Plos One* 4.
- Turner, C.J. (2000). The human-cat relationship. In *The domestic cat: the biology of its behaviour*, C.J. Turner, and P. Bateson, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 193-206.
- Wedl, M., Kotrschal, K. (2009) Social and Individual Components of Animal Contact in Preschool Children. *Anthrozoos* 22, 383-396.
- Wing, L., Gould, J. (1979) Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Disorders* 9.
- World Health Organization (1994) *The composite international diagnostic interview, Version 1.1. Geneva: Researcher's manual.*

Ces deux études montrent que l'animal familial peut être un partenaire pseudo-social pour les enfants avec autisme (*e.g.* présence de jeu, de nourrissage). Leurs interactions sont fortement liées aux caractéristiques de l'animal. Un cas particulier est à étudier plus en profondeur, à savoir celui des interactions entre les enfants avec autisme et les animaux dits "libres de leurs mouvements" (*e.g.* chien, chat).

Le questionnaire nous a permis une approche générale des interactions entre les enfants et leurs animaux sur un grand nombre de sujets. Néanmoins, cette méthodologie reste contrainte par un aspect subjectif (*i.e.* les interactions sont vues par le filtre des parents). Il est maintenant intéressant de compléter cette étude par une approche dite *close-to-real life*, c'est à dire se rapprochant au maximum des conditions de vie réelles (Klin *et al.*, 2002, 2003; Pelphrey *et al.*, 2007). Pour cela, nous avons mis en place une observation directe des comportements entre les enfants, avec autisme et typiques, et leurs animaux de compagnie, que nous allons détailler dans le point suivant.

4.3. Les systèmes d'interaction entre les enfants avec autisme et leur chien

4.3.1. Dans la littérature

La littérature se concentre sur des enfants typiques de 2 à 5 ans, donc plus jeunes que ceux de notre recherche. Les études ont révélé un aspect dynamique des interactions où l'enfant et le chien ont un rôle actif dans leur déroulement (Milot *et al.*, 1988). Les enfants vont initier deux fois plus de séquences d'interaction que leurs chiens (Milot *et al.*, 1988). Chacun des protagonistes se sert des signaux envoyés par l'autre pour ajuster son comportement (Filiatre *et al.*, 1986; Milot & Filiatre, 1986; Milot *et al.*, 1988). Par exemple, lorsque l'enfant tend un objet au chien, le plus souvent, ce dernier va le sentir puis le saisir (Milot *et al.*, 1988). Ce signal fait partie des nombreux autres que le chien utilise pour s'adapter au comportement de l'homme en général (*e.g.* visuels, olfactifs ; Call *et al.*, 2003; Milot, 1994).

En outre, les observations confirment les données obtenues par questionnaires sur la multimodalité des interactions (Filiatre *et al.*, 1986; Milot & Filiatre, 1986; Milot *et al.*, 1988). Par exemple, la plupart des interactions inclue la modalité tactile (*e.g.* caresser, enlacer, embrasser ; Milot *et al.*, 1988), qui s'associe avec la modalité vocale quand l'enfant

grandit (Eckerlin *et al.*, 1989). Il est intéressant de noter que ces études ne sont pas intéressées aux interactions visuelles (*e.g.* regarder le chien peut-il induire une approche de sa part ?). Nous rappelons que les données sur les enfants avec autisme sont rares : seuls Martin & Farnum (2002) rapportent des interactions visuelles et tactiles entre ces enfants et les chiens co-thérapeutes (pour plus de détails, voir parties 1.1.3 et 1.1.4).

4.3.2. Choix méthodologiques et protocole

Nous avons choisi d'observer les interactions entre l'enfant et l'animal dans un contexte familial (*i.e.* au domicile de l'enfant), afin de ne pas induire de stress (et donc de modifications comportementales) pour les deux partenaires. Ceci est d'autant plus justifié dans le cas du syndrome autistique, où une réticence au changement est souvent observée (Kanner, 1943). A la différence de notre approche par questionnaire, nous avons choisi ici de focaliser notre attention sur une gamme d'âge précise, ainsi que sur certaines espèces animales. Notre choix s'est porté sur les enfants de 6 à 12 ans et leurs relations avec leur chien ou leur chat. Dans le développement typique, cette période correspond à une phase de socialisation intense avec les pairs, où le réseau social s'étend au delà de la famille. Bien qu'un détachement progressif des parents soit en cours, l'enfant reste ancré à sa cellule familiale qui continue à influencer son développement (Deldime & Vermeulen, 1997).

Le chat et le chien ont été choisis pour deux raisons (voir annexe 1 pour une description détaillée des espèces). D'une part, ces deux espèces sont les plus fréquentes dans les familles françaises (FACCO TNS, 2008). D'autre part, les résultats issus de nos questionnaires semblent indiquer que les interactions établies entre ces animaux et les enfants avec autisme soient particulières (*e.g.* moins interactions d'après les parents, animaux libres de leurs mouvements), nécessitant une étude approfondie.

Avant l'expérience, l'observateur a donné une seule consigne à l'enfant et aux différentes personnes présentes (*e.g.* père, mère, frère, sœur ; la situation pouvant varier selon les familles), à savoir de continuer à agir comme si l'observateur n'était pas là. Après cela, l'observateur a filmé la scène en adoptant une attitude silencieuse et non participative (Millot *et al.*, 1988), privilégiant une place peu visible dans la pièce (*e.g.* coin). Chaque session de film a duré une heure, au cours de laquelle l'enfant a été le point focal de l'observateur. Ceci a

permis l'enregistrement toutes les interactions entre l'enfant et son animal. Une à deux sessions d'observation ont été effectuées par enfant (selon les contraintes imposées par chaque famille). Elles ont toujours eu lieu entre 16H et 18h, afin que tous les enfants soient observés dans un cadre similaire (*i.e.* retour de l'école ou de l'institution). L'analyse des vidéos a nécessité l'utilisation de méthodes d'échantillonnage des comportements (Altmann, 1974) (voir chapitre 2 pour détails).

Nous présentons ici un premier aperçu de ces résultats. Nous avons étudié les systèmes de communication entre les enfants avec autisme et leur chien à partir d'observations directes dans le milieu familial, tout en les comparant aux enfants typiques. Ce travail est rédigé sous la forme d'un manuscrit en préparation, qui sera ultérieurement complété, d'une part, par des observations supplémentaires et d'autre part, par une comparaison aux systèmes de communication enfant-chat. Le manuscrit en préparation s'intitule: [*Children with autism and their dogs: how they communicate*].

Manuscrit provisoire, en préparation
Temporary manuscript, in preparation

Children with autism and their dogs: how they communicate

Marine Grandgeorge¹, Yannig Bourreau¹,
Eric Lemonnier², Martine Hausberger¹

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552, Ethologie animale et humaine, Rennes, France

² Service de Pédiopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, France

SYNTHESE DE L'ARTICLE 4

Questions. Quelles sont les interactions observées entre les enfants et leurs chiens ? Quels sont les comportements les plus utilisés par chacun des partenaires ? Quel partenaire initie le plus les interactions ? Existence-t-il des différences entre les couples "enfant avec autisme-chien" et les couples "enfant typique-chien" ? Quelles sont les influences d'une tierce personne dans ces interactions ?

Méthodes. Nous avons filmé les enfants pendant une heure à leur domicile, ce qui nous a permis d'observer des interactions spontanées avec leurs chiens. Nous avons utilisé une méthode d'échantillonnage continue pour analyser les comportements émis par les enfants et par les chiens (en fréquence et durée). Enfin, nous avons adapté une formule mathématique pour préciser les initiations dans les interactions.

Résultats. Les interactions observées sont multimodales (*e.g.* tactile, visuelle), aussi bien pour les couples "enfant typique-chien" que pour les couples "enfant avec autisme-chien". Les enfants répondent aux comportements des chiens, et inversement. En comparant les couples "enfant-chien" selon le groupe de l'enfant (*i.e.* avec autisme ou typique), trois résultats majeurs apparaissent. D'une part, les chiens initient moins les interactions avec les enfants avec autisme. De plus, ils stoppent plus souvent les séquences d'interactions avec les enfants avec autisme que celles avec les enfants typiques. D'autre part, les enfants ne diffèrent pas dans l'utilisation des regards mutuels et des comportements d'attention conjointe. Enfin, l'intervention d'une tierce personne pour initier une interaction entre l'enfant et le chien semble être sans effet dans la majorité des cas.

Conclusions. Les interactions sont plus à l'initiative des enfants que des chiens, comme observés chez les enfants plus jeunes. Le comportement des chiens envers les enfants avec autisme amène à repenser l'hypothèse de Redeker & Goodman (1989). Ainsi, les comportements émis par ces enfants semblent plus difficiles à décoder pour les chiens que ceux émis par les enfants typiques. Cet aspect constitue un paramètre important dans la mise en place des interventions assistées par l'animal. L'ensemble des résultats de cette étude devra être confirmé par l'observation d'une plus grande cohorte.

ABSTRACT

Children participate in different systems of relationships, that include humans but also pets, and all these systems influence their social development. The special relationship of humans with dogs, because of its history and characteristics, is currently used in animal assisted interventions, for example, to improve the social skills of children with autism. As scientific data concerning interactions between children with autism and their dogs are anecdotal, we developed an ethological approach to study these interactions and to compare them to those of children with typical development. As we observed the children in their homes this gave us the opportunity to record their spontaneous interactions with their dogs. Observations lasted one hour. Our results show that a child's behavior was modulated by the dog's behavior and conversely. Dogs seemed less prone to initiate and to maintain interactions with children with autism than with children with typical development. Interestingly, frequencies of mutual gaze and joint attention did not differ significantly between children with autism and children with typical development. In conclusion, the social deficits of people with autistic disorders should be contextualized as children with autism interacting with their dogs presented some social interactions as frequently as did children with typical development. Moreover, we suggest that dogs may find the behavior of children with autism more difficult to decode than that of children with typical development. Thus, pets', especially trained dogs' behavior should be taken into account.

Key words: autistic disorders; child-pet relationships; dog; interaction; ethology

INTRODUCTION

Child development, a complex and dynamic phenomenon, is influenced by genetic inheritance, maturation as well as environmental factors (Hinde, 1979). Children are part of a network of relationships (*e.g.* with mother, father) that are essential for their development (*e.g.* affective system) (*e.g.* Ainsworth *et al.*, 1978; Deldime & Vermeulen, 1997; Melson *et al.*, 1993). Currently, the home environment of many children includes also animals. Pets are considered by some researchers as "social substitutes" that may contribute to social development of children (*e.g.* Bridger, 1976; Endenburg & Baarda, 1996; Salomon, 1981).

Human's relationships with dogs (*Canis familiaris*) have changed over time (Serpell, 1995). Dogs have been part of human societies for longer than any other domestic species (Clutton-Brock, 1995) and are one of the most popular pets, especially amongst children (Hart, 1995; Nielsen & Delude, 1989). Many dog owners are strongly attached to their dog and the converse seems to be true (Prato Previde *et al.*, 2003; Topal *et al.*, 1998).

While earlier studies on human-dog relationships were mostly based on questionnaires and interviews, last decade studies have put most emphasis on dog's abilities to detect human signals. Only older studies have looked at proper interactions in a naturalistic setting (*e.g.* Filiatre *et al.*, 1986, 1988; Millot & Filiatre, 1986). However, we hypothesized that observations of the child-dog interaction system would improve, for example, our knowledge of the processes involved in the potential pet's influence on children's emotional and social skills. Indeed, pets - and they include dogs - seem to play an important role both in children's cognitive (*e.g.* Melson, 2003) and social development (*e.g.* Triebenbacher, 2000). Pets emit multisensory stimuli and their behaviors could be more predictable and easier to decode than those of a human partner (Redefer & Goodman, 1989). As "social substitutes" in theory, pets could help children, especially those with pervasive developmental disorders, to establish bonds with them and thus help them to extend or to transfer these bonds to human partners (*e.g.* George, 1988; Katcher, 2000). The use of pets (mainly dogs) in animal-assisted-interventions, especially for children with autism, is based on these assumptions (*e.g.* Martin & Farnum, 2002; Redefer & Goodman, 1989).

Autistic disorders are characterized by qualitative impairments in both social interactions and communication and restricted repertoires of interests, behaviors and activities (APA, 1994;

WHO, 1994). For example, children with autism interact less often with others, their range is more limited, or more out of context compared to mentally retarded children or children with typical development (Stone & Caromartinez, 1990; Travis & Sigman, 1998). Their social signals are often difficult to interpret because they are used improperly (*e.g.* associated with verbal and motor stereotypies; Dumas *et al.*, 1991). In addition, these social impairments are characterized, for example, by a limited use of mutual gaze or joint attention (Lord *et al.*, 1994). Nevertheless, case reports state that children with autism can establish close relationships with pets. Little scientific information is available concerning children with autism and their own pets (*e.g.* safety obtained by having a therapeutic dog at home; Burrows *et al.*, 2008).

Here, we developed an ethological approach to study the interactions displayed by both dogs and children, either with autism or with typical development. Because the communication and social interactions of children with autism are altered, we hypothesized that autistic disorders would modify the interactions displayed both by children and by dogs. Moreover, we characterized the dynamics of dog-child pairs in detail and explored the potential role of a third party in the interactions.

MATERIALS AND METHODS

1. Participants

Our sample population of children with their dogs included 9 boys between 6 and 12 years old. The boys with autism ($n=5$; mean age: 9.8 ± 2.0 years old) were recruited from the “*Centre de Ressources sur l’Autisme de Bretagne*”, Bohars, France. They were matched on age with boys who developing typically ($n=4$; mean age: 10.0 ± 2.5 years old; Mann Whitney test, $U_{(4,5)}=24$ $p=0.903$). Table 1 presents the sample population.

Table 1: Characteristics of the sample population of children and dogs (n=9)

	Boys with autism	Boys with typical development
Number of pair (n=)	5	4
Characteristics of the child population		
Mean age \pm SD (in years)	9.8 \pm 2.0	10.0 \pm 2.5
Siblings (only child/with siblings)	1/4	1/3
Residence (house/flat)	5/0	3/1
Family (biparental/single parent)	4/1	4/0
Characteristics of the dog population		
Gender (F/M)	3/2	0/4
Mean presence length \pm SD (in years)	8.1 \pm 3.3	5.3 \pm 3.8
Size (<10kg; 10-25kg; >25kg)	0/1/4	1/0/3

Behavioral assessments were performed using the Autism Diagnostic Interview–Revised (Lord *et al.*, 1994). The ADI-R, an extensive, semi-structured parental interview, was conducted by independent psychiatrists. The ADI-R scale assessed the three major domains of autistic impairments: reciprocal social interactions, verbal and non-verbal communication, stereotyped behaviors and restricted interests. Based on direct clinical observations of each child by independent child psychiatrists, a diagnosis of autistic disorders was made according to the DSM-IV (APA, 1994) and ICD-10 (WHO, 1994) criteria and was confirmed by the ADI-R ratings. All the boys with autism had a functional language according to the ADI-R. The parents gave their written consent to allow us to film their child.

2. Methods

All observations lasted one hour and were recorded between 4pm and 6pm so that all observation conditions were similar as possible (*i.e.* child back from school or institution). Before starting, the observer (MG) gave only one instruction to the child and to the other people present (*e.g.* father, mother, siblings), asking them to behave as usual, no behavior was considered either good or bad. She carried a camera and filmed the child's behavior continuously (included his interactions with the dog or with the other members of his family;

Fig. 1). She remained silent and did not take part in the interactions (MacGrew, 1972; Millot *et al.*, 1988).



Fig. 1: Picture extracted from a video recording: an idle child touching his dog.

3. Data collection and analyses

3.1. Data collection

Continuous recorded behavioral data (Martin & Bateson, 1993) of interactions (or attempts to interact) between a child and his dog were analyzed when both were visible on the video recording (*total duration*). Occurrences, and when appropriate, durations and mean durations, were calculated for the following behavioral items for the initiator (either the child or the dog):

- **Looking at:** focusing eyes on the other partner at $\pm 5^\circ$. These data were divided into two categories: a *glance* lasted less than one second, a *gaze* lasted longer.
- **Approach:** moving towards the other partner.
- **Touching attempt:** trying to establish (without success) physical contact with the other partner.
- **Touching:** establishing physical contact with the other partner. When both partners were active (*e.g.* stroke, push with head), we recorded *both actively touching*. When only one partner was active, we recorded *active touching*. When both partners were passive (*e.g.* dog lying with its head on the child's legs), we recorded *idle touching* (adapted from Katcher *et al.*, 1979; in Katcher, 1981). *Idle touching* was recorded only for the partner previously active or for the initiator of touching. A passive contact phase ended when one individual started active touching or when physical contact was broken.

- **Withdrawal:** breaking physical contact, moving away or taking no further interest in the other partner, thus ending an interaction.
- **Mutual gaze:** partners looking each other in the eyes.
- **Joint attention:** indicating attention focus (*e.g.* by pointing or looking) and accommodating their focus to coordinate it with their partner (Trevarthen & Hubley, 1978).

We divided the children's and the dogs' behaviors into two categories: all **interaction attempts** (*i.e.* no behavioral change/response after a behavior turned to the other partner) and **successful interactions**. The latter was divided into *tactile interactions* (*i.e.* physical contact), *visual interactions* (*e.g.* looking at, mutual gaze), *feeding interactions* and *other interactions* (*i.e.* mainly play). Pooled interaction data gave **total interactions**. Lastly, we recorded **proximity duration** between the child and the dog that included video sequences when they interacted or were less than 2 meters from each other.

Potential parental interventions on the child-dog pair were recorded opportunistically. We distinguished their objective and the intervention consequences. Their intent and consequences were noted (initiation, modification or ending up the child-dog interaction): they could be either "positive" (*i.e.* the child and the dog interacted), neutral (*i.e.* no observable behavioral change in the child-dog pair) or "negative" (*e.g.* ending up the child-dog interaction or the dog initiated an interaction with the parent rather than with the child, or conversely).

3.2. Data analyses

Behavioral frequencies were made comparable between sessions by calculations a ratio between observed frequencies and session *total duration*. Thus, we obtained a frequency per hour for each behavioral item. The mean video *total duration* \pm SD was 1827.8 s \pm 1259.9 s for children with typical development and 932.8 s \pm 589.4 s for children with autism. We estimated the **proximity** between a child and a dog using the ratio [*proximity duration* / *total duration*].

To study the initiatives of child (C) and dog (D) interactions, we adapted three mathematical formulas from a previous function (Hinde & Spencer-Booth, 1967 cited by Wolff & Hausberger, 1994):

1. The dog's influence in both approach and withdrawal behaviors:

$$f_{appD} = [(\mathbf{appD} * 100) / (\mathbf{appD} + \mathbf{appC})] / [(\mathbf{witD} * 100) / (\mathbf{witD} + \mathbf{witC})]$$

where **app** was the number of approaches and **wit** was the number of withdrawals, either by the dog (D) or the child (C).

When the function increases towards +100, the dog contributes disproportionately to proximity of the pair, while the child contributes disproportionately to withdrawal. The function tends towards - 100 in the opposite case. It approximates zero if neither partner contributes more to withdrawal than to proximity.

2. The child's influence in both physical contact and withdrawal behaviors:

$$f_{contC} = [(\mathbf{contC} * 100) / (\mathbf{contD} + \mathbf{contC})] / [(\mathbf{witC} * 100) / (\mathbf{witD} + \mathbf{witC})]$$

where **cont** was the number of touching and **wit** was the number of withdrawals, either by the dog (D) or the child (C).

When the function increases towards +100, the child contributes disproportionately to physical contact of the pair, while the dog contributes disproportionately to physical contact break. The function tends towards - 100 in the opposite case. It approximates zero if neither partner contributes more to physical contact than to physical contact break.

3. The child's influence in both interaction initiative and withdrawal behaviors:

$$f_{interC} = [(\mathbf{interC} * 100) / (\mathbf{interD} + \mathbf{interC})] / [(\mathbf{witC} * 100) / (\mathbf{witD} + \mathbf{witC})]$$

where **inter** was the number of interactions and **wit** was the number of withdrawals, either by the dog (D) or the child (C).

When the function increases towards +100, the child contributes disproportionately to interaction of the pair, while the dog contributes disproportionately to withdrawal. The function tends towards - 100 in the opposite case. It approximates zero if neither partner contributes more to interaction than to withdrawal.

3.3. Statistical analyses

All observations were performed by one author (YB), blind to the child diagnosis. Statistical significance was estimated using non-parametric statistical tests (Siegel & Castellan, 1988): Wilcoxon tests for matched paired data (*i.e.* behaviors of the child and of the dog in the same pair), Mann-Whitney U-tests to compare two independent samples (*i.e.* between child-dog

pairs according to children's diagnosis) and Spearman tests for correlations (*i.e.* between child behaviors and dog behaviors).

RESULTS

Both children with autistic disorders (CAD) and children with typical development (CTD) interacted with their dogs and spent a similar proportion of time in close proximity (in %; CTD: 93.6 ± 6.4 , CAD: 73.5 ± 25.4 ; Mann Whitney test, $U_{(4,5)}=26$ $p=0.178$).

1. Behaviors displayed by child-dog pair

1.1. General pattern of initiation/withdrawal

Few differences in behavior could be evidenced between children, whatever their diagnosis, and by dogs in each pair. Pooled data showed that four times more interactions were initiated by children than by the dogs (Wilcoxon test, $n=9$, $X_{\text{children}}=88.9 \pm 70.5$; $X_{\text{dog}}=22.4 \pm 42.5$; $Z=2.07$, $p=0.038$; Fig. 2). This difference was even more important when only successful interactions were considered: children initiated significantly more successful interactions than did dogs (Wilcoxon test, $n=9$, $X_{\text{children}}=71.3 \pm 55.4$; $X_{\text{dog}}=16.9 \pm 26.7$; $Z=2.55$, $p=0.011$). Interactions lasted approximately seven times longer when they had been initiated by a child than when they had been initiated by a dog (Wilcoxon test, $n=9$, in seconds, $X_{\text{children}}=1319.4 \pm 1099.1$; $X_{\text{dog}}=186.5 \pm 317.4$; $Z=2.55$, $p=0.011$). While children approached the dogs as frequently as dogs approached the children (Wilcoxon test, $n=9$, $X_{\text{children}}=33.0 \pm 29.4$; $X_{\text{dog}}=47.1 \pm 50.6$; $Z=0.30$, $p=0.767$; Fig. 2), they initiated more withdrawals than did dogs (Wilcoxon test, $n=9$, $X_{\text{children}}=49.5 \pm 32.3$; $X_{\text{dog}}=25.3 \pm 27.7$; $Z=2.07$, $p=0.038$; Fig. 2).

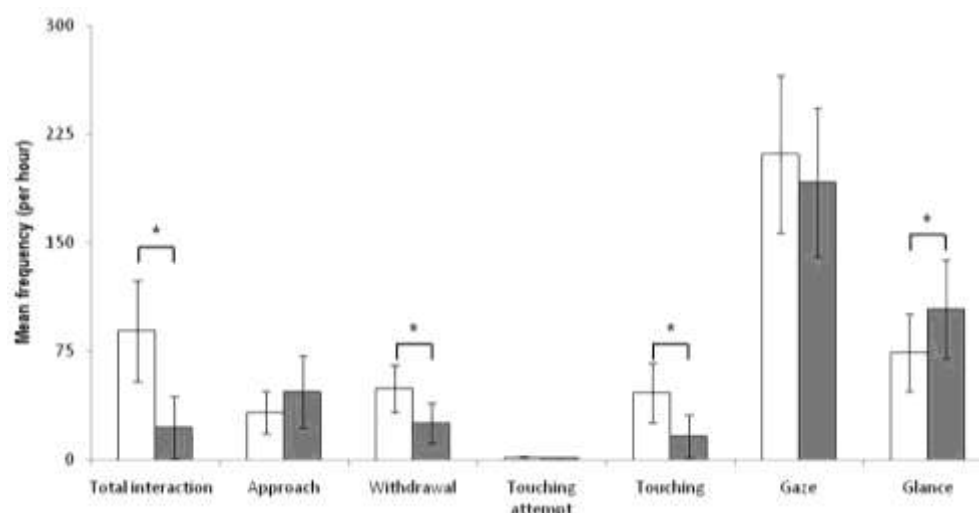


Fig. 2: Mean frequency of different behaviors displayed either by children (white bars) or by dogs (grey bars) (Mean \pm SD). Wilcoxon test, level of significance, * $p < 0.05$

Table 2: Dogs' influence in both approach and withdrawal (f_{appD}), children's influence in physical contact and withdrawal behaviors (f_{contC}) and children's influence in both interaction initiation and withdrawal (f_{interC}), applying three mathematic formulas adapted from Hinde & Spencer-Booth (1967). The closer to 0 a value, the less influent were partners in the focused behaviors. CTD 1-4: the four children with typical development, CAD1-5: the five children with autism.

	f appC	f contE	f interE
CTD 1	53	18	3
CTD 2	49	4	2
CTD 3	15	5	1
CTD 4	60	-28	-21
CAD 1	-16	29	37
CAD 2	-2	38	59
CAD 3	8	25	25
CAD 4	0	0	0
CAD 5	65	0	0

Dogs contributed more to approaches whereas children contributed more to withdrawals especially children with typical development or CTD ($n=4$, 3 CTD, 1 child with autistic disorders or CAD, $fappC > 50$; table 2). The individuals' initiatives of the other children (4 CAD, 1 CTD) were not clearly distributed between approaches and withdrawals ($fappC < 50$; tab. 1). Focusing only on CAD, touching seemed to be initiated more frequently by children and withdrawals by dogs ($n=3$, $fcontE \geq 25$; table 2). Moreover interactions seemed to be initiated more frequently by CAD and withdrawals by dogs ($n=3$, $fcontE \geq 25$; table 2). We represent the weight of each partner in the initiatives of interactions (Fig. 3).

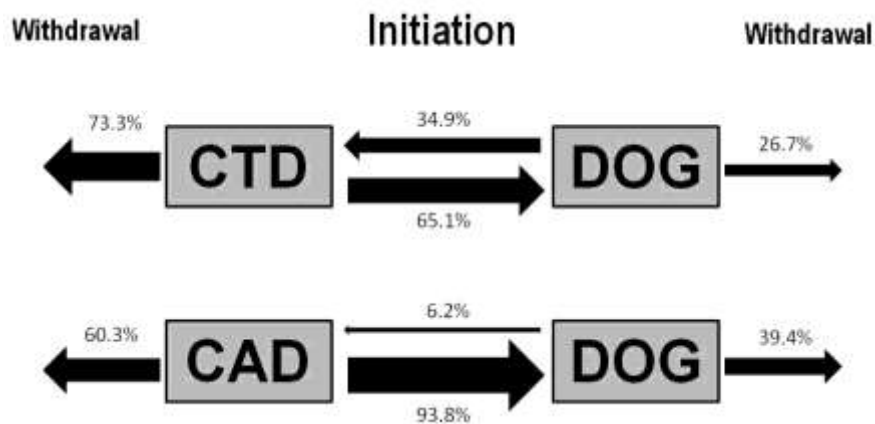


Fig. 3: Diagram representing the weight (in percent) of each partner in the initiation and the withdrawal between dogs and children, either with autism (CAD) or with typical development (CTD).

Durations of interactions initiated by children were related to the dogs' touching (Spearman: $rs=0.73$, $p<0.05$). Children's withdrawals were correlated with several of the dogs' behaviors: mean duration of dogs' gazes (Spearman: $rs=0.67$, $p<0.05$), dogs' active touching (Spearman: $rs=0.73$, $p<0.05$), and when interactions were initiated by dogs (Spearman: $rs=0.73$, $p<0.05$). Conversely, dogs' withdrawals were correlated with interactions initiated by children (Spearman: $rs=0.97$, $p<0.001$). Lastly, the longer the dog had been in the family, the less it attempted to interact with the children (Spearman: $rs=-0.71$, $p<0.05$).

1.2. Tactile interactions

Children initiated more touching (Wilcoxon test, $n=9$, $X_{\text{children}}=46.2\pm41.9$; $X_{\text{dog}}=16.0\pm29.3$; $Z=2.19$, $p=0.028$; Fig. 2) and more idle touching than dogs did (both Wilcoxon tests, $n=9$, $Z>2.20$, $p<0.03$). They also displayed more active touching. Besides, durations as well as mean durations of active touching were longer when children initiated this interaction (Wilcoxon tests, $n=9$; duration in seconds: $X_{\text{children}}=537.1\pm658.0$, $X_{\text{dog}}=51.4\pm68.7$, $Z=2.43$, $p=0.015$; mean duration in seconds: $X_{\text{children}}=7.1\pm6.0$, $X_{\text{dog}}=2.1\pm2.5$, $Z=2.54$, $p=0.012$). No significant differences were found for touching attempts (Wilcoxon test, $n=9$, $X_{\text{children}}=1.2\pm2.5$; $X_{\text{dog}}=0.87\pm1.3$; $Z=0.73$, $p=0.465$). In this case, noticing when an interaction was an attempt to touch before being a successful touching was important. Only 2.5% of the children's attempts and 5.1% of the dogs' attempts were not successful.

Moreover, interactions initiated by dogs (*i.e.* only tactile) were positively linked to children's active touching (Spearman: $r_s=0.73$ $p<0.05$) as well as to the frequency and mean duration of children's idle touching (Spearman: $r_s=0.70$, $r_s=0.70$, $p<0.05$). The mean duration of children's active touching was inversely correlated to the dogs' approaches (Spearman: $r_s=-0.78$ $p<0.05$).

The older the children was, the more children and dogs interacted, the longer was the mean duration of children's idle touching (Spearman: $r_s=0.72$, $p=0.044$) and the more children attempted to touch the dogs (Spearman: $r_s=0.73$, $p=0.041$).

1.3. Visual interactions

The only difference in terms of visual behavior concerned glances, with dogs using more glances to interact than children did (Wilcoxon test, $n=9$, $X_{\text{children}}=73.8\pm53.1$; $X_{\text{dog}}=104.0\pm68.2$; $Z=2.37$, $p=0.017$; Fig. 2). Nevertheless, there were a number of significant correlations between both visual and tactile behaviors. In particular, the frequency of children's glances was positively correlated with that of dogs' gazes and that dog's approaches (Spearman: $r_s=0.95$, $r_s=0.85$, all $p<0.05$). The longer the mean duration of a child's gaze was, the more frequently and for more longer dogs initiated touching, especially active touching (Spearman: $r_s=0.72$, $r_s=0.84$, $r_s=0.79$, all $p<0.05$). Lastly, the longer the mean duration of a dog's gaze, the more the children initiated idle touching (Spearman: $r_s=0.73$, $p<0.05$).

Otherwise, no significant differences between dogs and children could be evidenced for other behaviors (all Wilcoxon tests, $n=9$, $p>0.05$).

3. Influence of children's diagnosis on interactions

3.1. Children's behaviors

Surprisingly only one difference in the observed behaviors emerged between CAD and CTD. It concerns the mean duration of idle touching that was longer for CTD than for CAD (in seconds, CTD: 6.9 ± 4.5 , CAD: 1.3 ± 1.5 ; Mann Whitney test, $U_{(4,5)}=2.08$, $p=0.037$).

3.2. Dogs' behaviors

Here, two differences emerged: CTD's dogs gazed at children twice longer (in seconds, CTD: 4.7 ± 2.7 , CAD: 2.1 ± 0.5 ; Mann Whitney test, $U_{(4,5)}=2.32$, $p=0.020$) and interacted with them approximately 15 times longer than did CAD's dogs (in seconds, CTD: 32.0 ± 50.2 , CAD: 2.2 ± 3.5 ; Mann Whitney test, $U_{(4,5)}=1.8$, $p=0.065$).

3.3. Child-dog pairs' behavior

Mean durations of active touching were significantly longer in CTD-dog pairs than in CAD-dog pairs (in seconds, CTD: 3.6 ± 2.4 , CAD: 0.0 ± 0.0 ; Mann Whitney test, $U_{(4,5)}=2.33$, $p=0.020$). Similar results were observed both for frequency and duration of interactions (both Mann Whitney tests, $p<0.020$). In addition, durations of tactile (in seconds, CTD: 1350.9 ± 917.0 , CAD: 222.5 ± 230.2 ; Mann Whitney test, $U_{(4,5)}=2.08$, $p=0.037$) and visual interactions (in seconds, CTD: 2.3 ± 0.5 , CAD: 0.9 ± 0.9 ; Mann Whitney test, $U_{(4,5)}=2.09$, $p=0.037$) were longer in CTD-dog pairs than in CAD-dog pairs. On the contrary, mutual gaze and joint attention frequencies did not differ significantly between CTD-dog and CAD dog pairs (all Mann Whitney test $p>0.05$; Fig. 4)

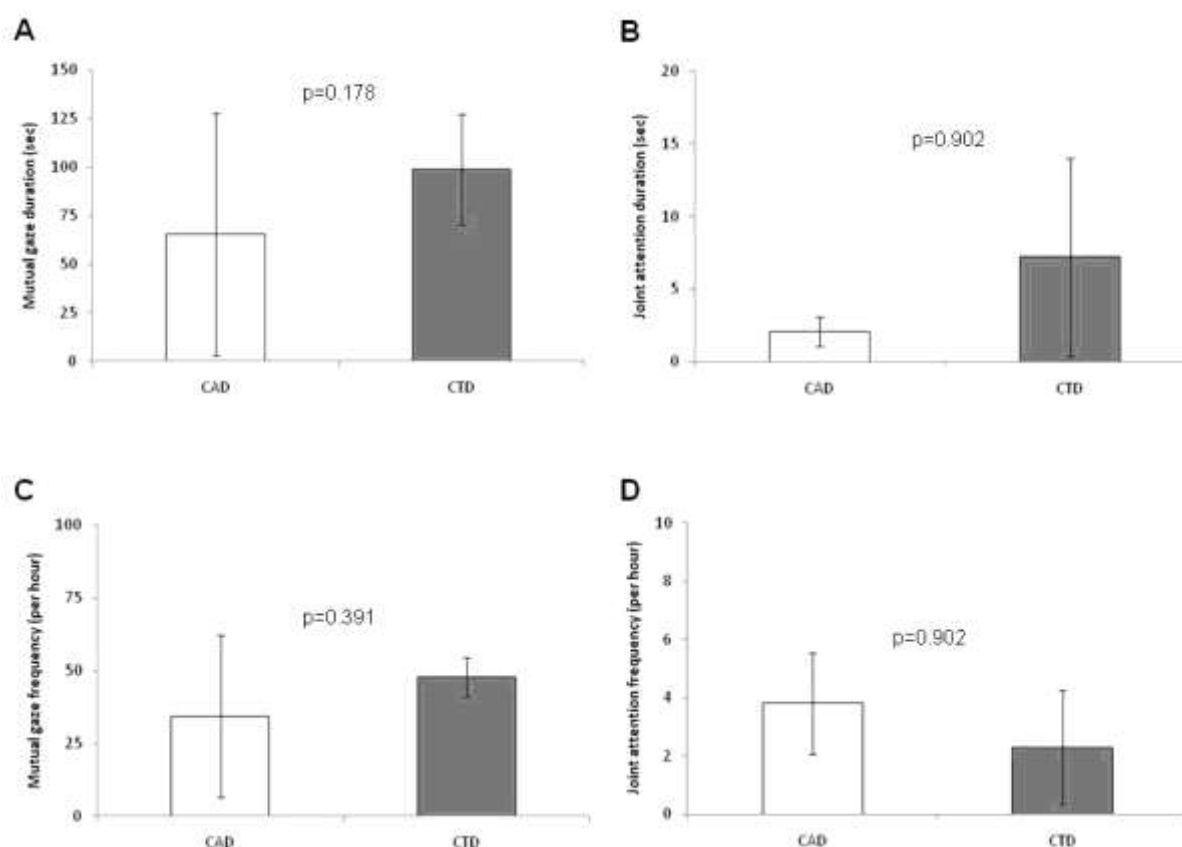


Fig. 4: Behaviors of child-dog pairs. A: duration (in seconds) of mutual gazes; B: duration (in seconds) of joint attention; C: frequency (per hour) of mutual gazes and D: frequency (per hour) of joint attention. White bars: CAD (children with autism), grey bars: CTD (children with typical development). Mann Whitney tests, level of significance, $p < 0.05$.

4. Parental influences on child-dog interactions

Parents behaved differently according to their children's diagnosis. Overall, parents intervened approximately three times more frequently in CAD-dog pairs (4 pairs, 60 interventions, mean 3.5 ± 3.2 interventions) than in CTD-dog pairs (3 couples, 9 interventions, mean 1.3 ± 0.5 interventions) although this difference is not significant. Parents tried to initiate interactions more frequently in CAD-dog pairs (3 pairs, 37 interventions, mean 1.3 ± 0.5 interventions) than in CTD-dog pairs (1 pair, 2 interventions, mean 0.5 interventions). The majority of the parents' interventions induced no change in the child-dog pairs (42% for CAD, 44% for CTD).

More anecdotal, but interesting, the case where a parent intervened frequently (n=36 interventions) in one particular CAD-dog pair. This parent tried mainly to initiate an interaction (n=26) rather than to modify it (n=10) or to stop it (n=0). On the one hand, the parent's attempts to initiate an interaction mainly had no influence on the CAD-dog pair (n=14). When the parent induced changes, half of them were negative (*e.g.* dog left the child). On the other hand, when the parent tried to modify an interaction, the CAD-dog pair response was random (3 positive, 3 no change, 4 negative).

DISCUSSION

To our knowledge, this report constituted the first study based on ethological observations in the home environment of children with autism and their pet dog, as well as a direct comparison with children with typical development. As previously shown (Filiatre *et al.*, 1986, 1988; Millot & Filiatre, 1986; Millot *et al.*, 1988), the child's behavior was modulated according to the dog's behavior and the converse was also true. Interestingly, communication between children with autism and their dogs was unbalanced because the dogs seemed less prone to initiate and to maintain interactions than were these children. Lastly, the intervention of a third party in an interaction did not always appear to elicit the desired effect. These results support, in part, the hypothesis that autistic disorders may impact behavior displayed during interactions, especially by dogs.

Behaviors in relation to pet or human partner

Overall, 6-to-12 year-old children - whatever their diagnosis - initiated an interaction more often and sought physical contact with their dogs more frequently than the converse, confirming observations of younger children (*e.g.* Filiatre *et al.*, 1986). In previous studies, tactile interactions have been reported as a way to communicate with family members as well as with the dog (*e.g.* Montagner, 1978; Smith, 1983). This is consistent with our results showing that the children also displayed proximity behaviors with them. Indeed, pet owners often consider that their pets are full family members. This status is supported by the type of behavior displayed towards them including nurturance and way of talking among others (Albert & Bulcroft, 1988; Cain, 1985). For example, aggressive behaviors towards a dog can be observed in younger children, as it can be reported towards peers (Millot *et al.*, 1988;

Montagner, 1978). Here, we never recorded any aggressive behavior by our children. As a dynamic process, interactions between children and their dogs may thus change according to children's age (Milot *et al.*, 1988) but also the previous interactions between both partners. Taken all together, such factors may influence the establishment of their relationships (Hinde, 1979).

On the other side, dogs often use visual cues emitted by their human partners to adapt their behaviors (Kerepesi *et al.*, 2005). For example, they are able to follow the direction of a pointing finger or a gaze (*e.g.* Viranyi *et al.*, 2004, 2008). To grasp this information, dogs may need to be at some distance from their partners (Clutton-Brock, 1995; Coppinger & Coppinger, 2001). This may explain why, here, they often glanced at the children without really seeking physical proximity. Visual cues were necessary to interact with human partners, but not as sufficient as olfactory cues obtained during proximity interactions to adapt their interactive behaviors (Milot, 1994).

Dogs' behavior depends on whether a child has an autistic disorder or with typical development

Dogs' behavior appeared to differ according to the fact that their child partner had an autistic disorder or was developing typically. While the widespread belief is that pets could bring a touch of "magic" to fragile population (Shelkey *et al.*, 1999) or that dogs "feel" when a children needs to be helped, our results bring different conclusions. As previously shown, dogs use several cues emitted by their human partners to interact with them: visual, vocal, olfactory or postural cues (Call *et al.*, 2003; Miklosi & Soproni, 2006; Milot *et al.*, 1987; Tomasello *et al.*, 2005). For example, eyes seem to be a cue indicating to dogs when human communication is directed at them (Kaminski, 2008). In a situation when a woman sits oriented towards the dogs - but without clearly gazing at them - and looks alternately at an object and at a person sitting beside her, dogs ignore her gestures as long as they are not clearly directed at them (Viranyi *et al.*, 2004). Moreover, when a human emits contradictory cues (*e.g.* pointing at an empty box whereas usually, this gesture indicates where the food is), dogs hesitate or, sometimes, refuse to perform the task (Miklosi, personal communication in IAHAIO Congress, 2010; Szetei *et al.*, 2003).

Based on these studies and our own, we hypothesized that the discrepancy between the intents (*e.g.* to interact with dog) of children with autism and their behaviors which are often inappropriate in interpersonal interactions (*e.g.* Tardif *et al.*, 1995), may give dogs cues

contradicting those usually displayed by other humans during interactions. As the dogs seemed less prone to initiate and to maintain interactions with children with autism than with children with typical development, we propose that this may be due to misunderstanding the cues emitted (a hypothesis previously proposed to explain dogs' withdrawals from younger children; Millot *et al.*, 1988). Therefore, we suggest an alternative view of dog-child with autism interactions, adapted from Rederer & Goodman (1989): behaviors displayed by children with autism may be more difficult for the dogs to decode than those displayed by children with typical development.

We argue that this results from (1) either the difference of interaction initiation frequencies between children with autism and children with typical development or (2) the low rate of dog responses to children's touching attempts. However, both groups of children displayed the same interactive behaviors, with similar frequencies and durations, and dogs displayed similar rates of touching attempts. Moreover, the fact that interactions in child-dog pairs were more frequent when the children were developing typically than when they had autistic disorders suggested that dogs could be the modulator partner when their partner was with autism.

Social interactions skills: less impairment with dogs?

Attention and visual impairments are characteristic of autistic disorders (*e.g.* Bruinsma *et al.*, 2004; Grandin, 2009; Klin *et al.*, 2002), but our results do not support this view. We observed similar proportions of joint attention and mutual gazes between dogs and children, whatever their diagnosis. These behaviors displayed by children with autism illustrated the theory that they decode pets easier than humans (Rederer & Goodman, 1989). They may engage in more frequent interactions with pets than with human partners (Prothmann *et al.*, 2009). However, children with autism did not show the same interest in an unfamiliar pet: only a third of them approached it quickly (Grandgeorge *et al.*, submitted-a) and attention impairments were observed (in preparation). These studies suggest that the knowledge they had concerning their dog (*i.e.* their experience) could help them in their interactions with it. This raises the questions of (1) whether they have a ritual way or a scheme to interact with their dog as reported for interactions of some people with autism with other humans (Grandin, 1992), and (2) whether this relationship with a dog could help them to improve their joint attention and other social skills (Grandgeorge *et al.*, submitted-b).

Third party interventions in child-dog interactions

Here, some examples showed that the intervention of a third party in dog-child (especially with autism) interactions did not always seem to induce the desired effect. Such directive behavior has been shown previously to be unfavorable for their development, especially language development (*e.g.* Hoff, 2006). Language directives expressed by parents may be less useful for language learning than other types of utterances. Indeed, they tend not to occur during joint attention events and do not stimulate the child's attention skills (Hoff, 2006; Tomasello & Farrar, 1986). Moreover, mothers behave differently when their child has an autistic disorder and when he/she is developing typically (Doussard-Roosevelt *et al.*, 2003): a behavioral difference supported by our observations. Further research is needed to fully understand the role of a third party in child-dog interactions, especially in the case of people with autistic disorders.

Conclusion

To conclude, we showed that dogs play an active role in regulating interactions, especially with children with autism. Thus, since we found that dogs also influenced interactions, the pet's behavior should be not ignored, especially when working with trained dogs (*e.g.* guide dog, therapist dog). Moreover, dogs - and pets in general - may be a good "tool" to improve identification, definition, assessment of more or less permanent emotional states or other personality traits (Grandgeorge *et al.*, submitted-c; Levinson, 1978; Millot, 1996). Lastly, social deficits in autistic disorders should be contextualized because children with autism interacting with their dogs performed some social behaviors at the same frequency as did children with typical development. This suggests that the dogs' - and the pets' - behaviors may contribute to the children's acquisition of a more structured and more socially efficient behavioral repertoire (Filiatre *et al.*, 1986).

REFERENCES

- Ainsworth, M.D.S., Blehar, M.C., Waters, E., Wall, S. (1978) Patterns of attachment: A psychological study of the strange situation (Erlbaum: Hillsdale, N.J.).
- Albert, A., Bulcroft, K. (1988) Pets, families and the life course. *Journal of Marriage and the Family* 50, 543-552.
- APA (1994) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Washington).

- Bridger, H. (1976) The changing role of pets in society. *Journal of Small Animal Practice* 17, 1-8.
- Bruinsma, Y., Koegel, R.L., Koegel, L.K. (2004) Joint attention and children with autism: A review of the literature. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* 10, 169-175.
- Burrows, K.E., Adams, C.L., Spiers, J. (2008) Sentinels of safety: service dogs ensure safety and enhance freedom and well-being for families with autistic children. *Qualitative Health Research* 18, 1642-1649.
- Cain, A.O. (1985) Pets as family members. *Marriage & Family Review* 8, 5-10.
- Call, J., Brauer, J., Kaminski, J., Tomasello, M. (2003) Domestic dogs (*Canis familiaris*) are sensitive to the attentional state of humans. *Journal of Comparative Psychology* 117, 257-263.
- Clutton-Brock, J. (1995) Origins of the dog: domestication and early history. In *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*, J. Serpell, ed. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 7-20.
- Coppinger, R., Coppinger, L. (2001) *Dogs: a startling new understanding of canine origin, behavior and evolution* (New York: Scribner).
- Deldime, R., Vermeulen, S. (1997) *Le développement psychologique de l'enfant*, 7th edn.
- Doussard-Roosevelt, J.A., Joe, C.M., Bazhenova, O.V., Porges, S.W. (2003) Mother-child interaction in autistic and non-autistic children: Characteristics of maternal approach behaviors and child social responses. *Development and Psychopathology* 15, 277-295.
- Dumas, J.E., Wolf, L.C., Fisman, S.N., Culligan, A. (1991) Parenting stress, child behavior problems, and dysphoria in parents of children with autism, Down syndrome, behavior disorders, and normal development. *Exceptionality* 2, 97-110.
- Endenburg, N., Baarda, B. (1996) The role of pets in enhancing human well-being: effects on child development. In *The Waltham Book of Human-Animal Interactions: Benefits and Responsibilities of Pet Ownership*, I. Robinson, ed., pp. 7-17.

- Filiatre, J.C., Millot, J.L., Montagner, H. (1986) New data on communication behavior between the young-child and his pet dog. *Behavioural Processes* 12, 33-44.
- Filiatre, J.C., Millot, J.L., Montagner, H., Eckerlin, A., Gagnon, A.C. (1988) Advances in the study of the relationship between children and their pet dogs. *Anthrozoos* 2, 22-32.
- George, H. (1988) Child therapy and animals. In *Innovative interventions in child and adolescent therapy*, S.C.E, ed. (New York: John Wiley), pp. 400-418.
- Grandgeorge, M., Deleau, M., Lemonnier, E., Hausberger, M. (submitted-c) The Strange Animal Situation Test.
- Grandgeorge, M., Hausberger, M., Tordjman, S., Lemonnier, E., Deleau, M. (submitted-a) Children with autism face with an unfamiliar pet: application of the Strange Animal Situation.
- Grandgeorge, M., Tordjman, S., Lazartigues, A., Lemonnier, E., Deleau, M., Hausberger, M. (submitted-a) Pets improve social skills in children with autism. The first scientific evidence.
- Grandin, T. (1992) An inside view of autism. In *High-functioning individuals with autism*, E. Schopler, and G. Mesibov, eds. (New-York: Plenum Press).
- Grandin, T. (2009) Visual abilities and sensory differences in a person with autism. *Biological Psychiatry* 65, 15-16.
- Hart, L.A. (1995) Dogs as human companions: a review of the relationships. In *The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour, and Interactions with People*, J. Serpell, ed. (Cambridge: Cambridge University Press), p. 162-178.
- Hinde, R. (1979) *Towards Understanding Relationships* (London: Academic Press).
- Hinde, R.A., Spencer-Booth, Y. (1967) The behaviour of socially living rhesus monkeys in their first two and a half years. *Animal Behaviour*, 15, 169-196.
- Hoff, E. (2006) How social contexts support and shape language development. *Developmental Review* 26, 55–88.

- Kaminski, J. (2008) Dogs (*Canis familiaris*) are adapted to receive human communication. In Neurobiology of "Umwelt": How Living Beings Perceive the World, A. Berthoz, and Y. Christen, eds. (Heidelberg: Springer-Verlag Berlin).
- Katcher, A. (2000) The future of education and research on the human-animal bond and animal-assisted therapy Part B: Animal-assisted therapy and the study of human-animal relationships: Discipline or bondage? Context or transitional object? In Handbook on animal-assisted therapy: Theoretical foundations for guidelines and practice, Fine, A, ed. (San Diego: Academic Press), pp. 461-473.
- Katcher, A.H. (1981) Interactions between people and their pets: form and function. In Interrelations between people and pets, B. Fogle, ed. (Springfield, Illinois: Charles C. Thomas).
- Katcher, A.H., Goodman, L., Friedmann, E. (1979) Human-pet interaction. American Zoologist 19.
- Kerepesi, A., Jonsson, G.K., Miklosi, A., Topal, J., Csanyi, V., Magnusson, M.S. (2005) Detection of temporal patterns in dog-human interaction. Behavioural Processes 70, 69-79.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., Cohen, D. (2002) Defining and quantifying the social phenotype in autism. American Journal of Psychiatry 159, 895-908.
- Levinson, B. (1978) Pets and personality development. Psychological reports 42, 1031-1038.
- Lord, C., Rutter, M., Le Couteur, A. (1994) Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. Journal of Autism and Developmental Disorders 24, 659-685.
- MacGrew, W.C. (1972) An ethological study of children's behaviour (New-York and London: Academic Press).
- Martin, F., Farnum, J. (2002) Animal-assisted therapy for children with pervasive developmental disorders. Western Journal of Nursing Research 24, 657-670.
- Martin, P., Bateson, P. (1993) Measuring behaviour, an introductory guide (2nd edition) (New York: Cambridge University Press).

- Melson, G.F. (2003) Child development and the human-companion animal bond. *American Behavioral Scientist* 47, 31-39.
- Melson, G.F., Ladd, G.W., Hsu, H.C. (1993) Maternal support networks, maternal cognitions, and young childrens social and cognitive-development. *Child Development* 64, 1401-1417.
- Miklosi, A., Soproni, K. (2006) A comparative analysis of animals' understanding of the human pointing gesture. *Animal Cognition* 9, 81-93.
- Millot, J.L. (1994) Olfactory and visual cues in the interaction systems between dogs and children. *Behavioural Processes* 33, 177-188.
- Millot, J.L. (1996) Les interactions entre le jeune enfant et l'animal familier. *Devenir* 8, 43-60.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C. (1986) The behavioral sequences in the communication-system between the child and his pet dog. *Applied Animal Behaviour Science* 16, 383-390.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C., Eckerlin, A., Gagnon, A.C., Montagner, H. (1987) Olfactory cues in the relations between children and their pet dogs. *Applied Animal Behaviour Science* 19, 189-195.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C., Gagnon, A.C., Eckerlin, A., Montagner, H. (1988) Children and their pet dogs - how they communicate. *Behavioural Processes* 17, 1-15.
- Montagner, H. (1978) *L'enfant et la communication* (Paris: Stock).
- Nielsen, J.A., Delude, L.A. (1989) Behavior of young children in the presence of different kinds of animals. *Anthrozoos* 3, 119-129.
- Paul, E.S., Serpell, J.A. (1996) Obtaining a new pet dog: Effects on middle childhood children and their families. *Applied Animal Behaviour Science* 47, 17-29.
- Prato Previde, E., Custance, D.M., Spiezio, C., Sabatini, F. (2003) Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's Strange Situation. *Behaviour* 140, 225-254.
- Prothmann, A., Ettrich, C., Prothmann, S. (2009) Preference for, and responsiveness to, people, dogs and objects in children with autism. *Anthrozoos* 22, 161-171.

- Redefer, L.A., Goodman, J.F. (1989) Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 19, 461-467.
- Salomon, A. (1981) Animals and children - The role of the pets. *Canada Mental Health* 29, 9-13.
- Serpell, J. (1983) The personality of the dog and its influence on the pet-owner bond. In *New Perspectives on our lives with companion animals*, A.M.B. Katcher, A.M., ed. (Philadelphia: University of Pennsylvania).
- Serpell, J. (1995) *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Serpell, J.A. (1996) Evidence for an association between pet behavior and owner attachment levels. *Applied Animal Behaviour Science* 47, 49-60.
- Shelkey, M., Lantz, M., Sherman, K. (1999) A touch of magic. *Nursing homes*, 29-34.
- Siegel, S., Castellan, N.J. (1988) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, 2nd edn (New York: McGraw-Hill).
- Smith, S.L. (1983) Interactions between pet dog and family members, an ethological study. In *New perspectives on our lives with companion animals*, A.H. Katcher, and A.M. Beck, eds. (Philadelphia: University of Pennsylvania press), pp. 29-36.
- Stone, W.L., Caromartinez, L.M. (1990) Naturalistic observations of spontaneous communication in autistic-children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 20, 437-453.
- Szetei, V., Miklosi, A., Topal, J., Csanyi, V. (2003) When dogs seem to lose their nose: an investigation on the use of visual and olfactory cues in communicative context between dog and owner. *Applied Animal Behaviour Science* 83, 141-152.
- Tardif, C., Plumet, M.H., Beaudichon, J., Waller, D., Bouvard, M., Leboyer, M. (1995) Micro-analysis of social interactions between autistic children and normal adults in semi-structured play situations. *International Journal of Behavioral Development* 18, 727-747.
- Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., Moll, H. (2005) Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioural and Brain Sciences* 28, 675-691.

- Tomasello, M., Farrar, M.J. (1986) Joint attention and early language. *Child Development* 57, 1454-1463.
- Topal, J., Miklosi, A., Csanyi, V., Doka, A. (1998) Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's strange situation test. *Journal of Comparative Psychology* 112, 219-229.
- Travis, L.L., Sigman, M. (1998) Social deficits and interpersonal relationships in autism. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* 4, 65-72.
- Trevarthen, C., Hubley, P. (1978). Secondary intersubjectivity: confidence, confiding and acts of meaning in the first year. In *Action, Gesture and Symbol: The emergence of language*, A. Lock, ed. (London: Academic Press), pp. 183-230.
- Triebenbacher, S.L. (2000) The companion animal within the family system: the manner in which animals enhance life within the home. In *Handbook on Animal-Assisted Therapy: Theoretical Foundations and Guidelines for Practice*, A. Fine, ed. (San Diego, USA: Academic Press), pp. 357–374.
- Viranyi, Z., Gacsi, M., Kubinyi, E., Topal, J., Belenyi, B., Ujfalussy, D., Miklosi, A. (2008) Comprehension of human pointing gestures in young human-reared wolves (*Canis lupus*) and dogs (*Canis familiaris*). *Animal Cognition* 11, 373-387.
- Viranyi, Z., Topal, J., Gacsi, M., Miklosi, A., Csanyi, V. (2004) Dogs respond appropriately to cues of humans' attentional focus. *Behavioural Processes* 66, 161-172.
- WHO (1994) The composite international diagnostic interview, Version 1.1., Researcher's manual edn (Geneva).
- Wolff, A., Hausberger, M. (1994) Behavior of foals before weaning may have some genetic-basis. *Ethology* 96, 1-10.

4.4. Conclusions

Les résultats obtenus au cours de ces trois études soulignent que **l'animal familial apparaît comme un partenaire pseudo-social pour les enfants avec autisme**, tout au moins d'un point comportemental. Les enfants avec autisme jouent avec leurs animaux et prennent soin d'eux, à l'instar des enfants typiques (*e.g.* Macdonald, 1981; Rost & Hartmann, 1994; Millot *et al.*, 1988). De plus, il semble exister une réciprocité d'interaction entre les enfants avec autisme et leurs chiens : les comportements de l'un vont influencer ceux de l'autre. Les comportements émis par ces enfants sont similaires à ceux des enfants typiques. De façon surprenante, cela concerne aussi les comportements altérés dans le syndrome autistique comme l'attention conjointe et les regards mutuels. Ce résultat avait été suggéré par les parents (*i.e.* enfants avec autisme ou typiques présentent des taux similaires d'utilisation des interactions visuelles avec leurs animaux). Ici, nos résultats renforcent l'hypothèse selon laquelle le syndrome autistique affecte spécifiquement la communication entre les êtres humains (Prothmann *et al.*, 2009). Ainsi, les capacités à communiquer en général et la représentation de ce qu'est un agent actionnel (Leslie, 1994) pourraient donc être préservées, du moins partiellement, dans le syndrome autistique (Prothmann *et al.*, 2009).

Les interactions, qu'elles soient rapportées par les parents ou observées, sont liées à différents facteurs. Parmi eux, l'environnement social, et particulièrement les parents semblent influencer - directement ou indirectement - les relations entre leurs enfants et leurs animaux. Les parents pourraient même influencer la qualité du lien établi, comme l'ont déjà suggéré des études antérieures (*e.g.* Melson, 1988; Poresky & Hendrix, 1990). L'autre élément important concerne le partenaire animal. Si certaines caractéristiques sont liées à des relations plus riches (*e.g.* adopté pour l'enfant, à un jeune âge), d'autres semblent moins propices (*e.g.* vie à l'extérieur, adopté à l'âge adulte). Nos résultats corroborent les études menées auprès de différentes cohortes d'enfants typiques (*e.g.* Filiatre *et al.*, 1986; Macdonald, 1981; Nielsen & Delude, 1989). De plus, il apparaît que les enfants avec autisme ont moins d'interactions avec les animaux dits "libres de leurs mouvements" (*i.e.* chien, chat). Ce résultat semble être plutôt à l'initiative du partenaire animal. En effet, nous avons observé que les chiens initient moins les interactions et les stoppent plus souvent quand le partenaire est un enfant avec autisme. Nos différentes études suggèrent que les comportements émis par les enfants avec autisme

semblent plus difficiles à décoder pour les chiens que ceux émis par les enfants typiques (adaptation de l'hypothèse de Redefer & Goodman 1989).

Indépendamment des interactions enfant-animal *per se*, le chien, mais aussi les animaux en général, pourraient être de bons "outils" pour explorer différents aspects du développement de l'enfant (*e.g.* développement cognitif, personnalité ; Condoret, 1983; Levinson, 1978; Millot, 1996). Ainsi, nous nous attacherons au cours du chapitre suivant à caractériser les apports de la relation aux animaux sur différents aspects.

Chapitre 5

APPORTS

DE LA RELATION AUX ANIMAUX

CONTRIBUTIONS

OF THE RELATIONSHIPS TO PET

5. Apports de la relation aux animaux

Nous avons vu tout au long de l'introduction que les animaux pouvaient être bénéfiques pour les enfants typiques sur différents aspects (*e.g.* émotionnel, social). Parallèlement, les chapitres précédents ont mis en évidence que les enfants avec autisme sont sensibles à leur environnement social et que leurs animaux familiers peuvent être des partenaires pseudo-sociaux. Ainsi, il est légitime de questionner maintenant les bénéfices éventuels de la relation aux animaux dans le cadre du syndrome autistique.

Plusieurs études suggèrent que les animaux pourraient être de bons "outils". D'une part, ils pourraient aider à l'identification, la définition et l'évaluation des capacités cognitives, des états émotionnels ou encore des traits de personnalité (Condoret, 1983; Levinson, 1978; Millot, 1996). Certains auteurs montrent ainsi que les comportements envers les animaux seraient un révélateur de problèmes potentiels tels que la violence (Degue & DiLillo, 2009), les difficultés familiales (Degue & DiLillo, 2009) ou les troubles mentaux (Levinson, 1970). D'autre part, il semble que l'animal puisse contribuer à la structuration et à un usage plus adapté des comportements, en particulier en situation sociale (Filiatre *et al.*, 1986). Notre observation des interactions enfant-chien semble d'ailleurs illustrer ce propos, étant donné que les enfants avec autisme présentent des comportements similaires (*e.g.* regard mutuel, attention conjointe) à ceux des enfants typiques (ARTICLE 4). Toutefois, de telles approches utilisant l'animal comme "outil" n'ont pas réellement été explorées dans le syndrome autistique.

Au cours de ce chapitre, nous nous attacherons donc à caractériser les apports de la relation aux animaux sur (1) la compréhension de la rencontre d'un animal non familier, (2) les capacités d'attention des enfants avec autisme dans cette situation et (3) l'impact des animaux sur le développement de ces enfants.

5.1. La rencontre avec un animal non familier

5.1.1. Mise en place d'une nouvelle méthodologie

Dans une communication interspécifique, les comportements des deux protagonistes résultent de l'interaction entre plusieurs facteurs, propres à chacun comme leur tempérament (*e.g.* chat: Bagley & Gonsman, 2005; cheval: Lansade & Bouissou, 2008; chien: Jones & Gosling, 2005; homme: Waiblinger *et al.*, 2002) et leurs expériences antérieures (*e.g.* cheval: Fureix, 2010; chien: Topal *et al.*, 1998; homme: Serpell, 1981). Par exemple, l'expérience aux animaux (*i.e.* avoir un animal à la maison) semble diminuer la peur envers les animaux en général (Bowd, 1984). Cette expérience a un impact sur le long terme puisque les adultes ayant vécu auprès d'animaux pendant leur enfance adoptent des attitudes plus positives envers le monde animal en général (Kidd & Kidd, 1989; Poresky *et al.*, 1988). Ainsi, nous supposons que l'expérience acquise par l'homme auprès des animaux influence, par de possibles phénomènes de généralisation, les comportements qu'il va avoir face à un animal non familier.

Bien que la relation enfant-animal familier soit assez étudiée, force est de constater que les données sur la rencontre avec un animal non familier restent plus rares du point de vue du partenaire humain (Mertens & Turner, 1988; Ricard & Allard, 1993).

Mertens & Turner (1988) se sont intéressés à la première rencontre entre un chat et un homme (enfant et adulte) afin de déterminer les influences de différents facteurs (pour le chat : sexe, individualité, impact de l'homme et de son activité sur son comportement ; pour l'homme : genre, âge). Ils ont ainsi pu montrer que la rencontre était fortement influencée par les caractéristiques individuelles du chat, et dans une moindre mesure, par les caractéristiques du partenaire humain (*i.e.* genre, âge). En parallèle, les comportements émis par l'homme dépendent plus de son âge que de son genre. Cette étude, menée sur un nombre conséquent de personnes, reste tout de même restreinte par les conditions de laboratoire (lieu inconnu) qui pourraient perturber les comportements de l'homme, en impliquant une seconde variable non familière dans l'expérience (*i.e.* chat et lieu).

L'existence d'une double variable inconnue se retrouve aussi dans l'étude de Ricard & Allard (1993). Ils ont développé un test standard en laboratoire pour évaluer la capacité de jeunes enfants (9-10 mois) à discriminer entre des objets animés et objets inanimés. Pour cela, les enfants ont été mis en présence de différents stimuli non familiers (*i.e.* jouet, lapin ou

adulte). Les conditions expérimentales pour l'animal (*i.e.* dégriffé et attaché) font que le lapin n'a pas pu exprimer l'ensemble de son répertoire comportemental (*e.g.* fuite).

Ainsi, l'évaluation objective des comportements du partenaire humain face à un animal non familier se heurte à l'absence d'une méthodologie adéquate à l'heure actuelle. Nous avons donc mené une réflexion méthodologique dans le but de mettre en place un outil de mesure objectif des comportements de l'enfant dans un cadre familial. La création de cette méthode a donné lieu à un manuscrit soumis pour publication dans Anthrozoos [*The Strange Animal Situation Test*].

Manuscrit soumis pour publication dans Anthrozoos

Manuscript submitted to Anthrozoos

The Strange Animal Situation Test

Marine Grandgeorge¹, Michel Deleau², Eric Lemonnier³,
Martine Hausberger¹

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552, Ethologie animale et humaine, Rennes, France

² Université Rennes 2, CRPCC, EA 1285, Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, Rennes, France

³ Service de Pédopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, France

SYNTHESE DE L'ARTICLE 5

Questions. Quelle méthode mettre en place pour évaluer les comportements d'un être humain face à un animal non familier ? Dans cette situation de première rencontre, comment se comportent des enfants au développement typique ? Leurs comportements sont-ils différents en fonction de paramètres tels que l'âge, le genre et l'expérience aux animaux ?

Méthodes. Nous avons créé une situation standardisée, la *Strange Animal Situation*, applicable dans le milieu de vie habituel et qui peut être utilisée avec une large gamme de personnes. Ce test évalue les comportements d'un être humain face à un animal non familier, ici un cochon d'Inde. Grâce à un codage simple, nous nous sommes intéressés aux comportements d'approche de l'animal par 59 enfants typiques âgés de 6 à 12 ans.

Résultats. Les enfants sont fortement intéressés par l'animal non familier, allant directement vers lui et, dans la majorité des cas, le touchant. Nous avons pu ainsi caractériser une stratégie commune d'approche de l'animal. Cependant, certains paramètres intrinsèques, comme le genre de l'enfant ou son âge, influencent les comportements que l'enfant émet. Enfin, nos résultats montrent que ce test peut révéler au-delà d'un simple intérêt des enfants envers les animaux de compagnie, certaines caractéristiques comportementales. En effet, une classification des comportements des enfants a permis de mettre en évidence quatre profils comportementaux : enfants confiants, enfants prudents, enfants indirects ou enfants anxieux. Ces profils reflètent des aspects relatifs à leur expérience avec les animaux (*e.g.* avoir un animal chez soi), à leurs caractéristiques propres (*e.g.* âge) mais aussi à leur style de vie (*e.g.* milieu de vie rural ou urbain).

Conclusions. La *Strange Animal Situation* est un outil fiable pour décrire les comportements d'êtres humains confrontés à un animal non familier, mais constitue également un outil indiquant certains traits de personnalité. Ainsi, il pourra être appliqué à d'autres populations d'enfants comme des enfants avec autisme.

ABSTRACT

Many tools assess the reactions of human faced to familiar or unfamiliar partners or environments. Pets belong to our environment and influence our lives. While numerous standardized tools testing pets' reactions to humans exist, the reverse is more sporadic. We present here a test that can be applied to a wide range of people using a guinea pig in the home environment. This standardized testing and simple coding enabled us to characterize individual behavioral profiles and to compare children in relation to different factors. Our results show that the children mostly looked at the pet first, smiled when they saw it and then went then directly towards it without looking at their parent. Many children touch the pet without hesitation. Moreover, this test can reveal much more than the mere interest of children in pets. Indeed cluster analysis revealed four behavioral profiles of children that reflected aspects of their experience, gender or life styles. Face to a non familiar pet, children could be confident (going straight to the pet and touching it), anxious (looking at parent), indirect (hesitating and touching) or careful (vocal and verbal behaviors). The other interest is to compare quantitatively behavioral profiles through development and experience, both in typical and atypical people.

Key words: behavioral profiles, child-pet relationships, ethology, innovative method, personality

INTRODUCTION

During all their life humans and animals adjust their behaviors in relation to their social and physical environment. When they face familiar or unfamiliar partners or environments, they behave according to their previous experience (Hinde, 1979). Many measurement tools have been created to assess the reactions of human in these situations. For example, Ainsworth (Ainsworth *et al.*, 1978) developed a laboratory procedure to assess infant attachment style - the *Strange Situation* - based on Bowlby's attachment theory (Bowlby, 1969, 1973). The *Strange Situation* involves (1) conducting controlled observations of the responses of subjects placed in an unfamiliar room, (2) introducing an unfamiliar adult and (3) separation from the attachment figure for short periods. This method was originally designed to investigate mother-infant attachment under conditions of low or high stress (Ainsworth & Bell, 1970; Ainsworth *et al.*, 1978), but has also been used to study emotional bonds in other species (from the animal's point of view; Bard, 1991; Palestini *et al.*, 2005; Prato Previde *et al.*, 2003; Topal *et al.*, 1998).

Animals - especially pets - belong to our environment (*i.e.* 51.2% of French families have at least one pet; FACCO TNS, 2008). Thus, animals influence human's lives especially during childhood, an intense development period. On the one hand, pets influence directly both the social and cognitive development of children (*e.g.* improved self-esteem and emotional functioning, enhanced verbal skills; Bergesen, 1989; Melson, 2005; Vanhoutte & Jarvis, 1995). On the other hand, their influence is indirect throughout family life styles (Endenburg & Baarda, 1996) both in typical (Salomon, 1981) and in inadequate or destructive families (Levinson, 1971). Pets can act as a social substitute (Levinson, 1971) and can influence the personality development of individuals (Levinson, 1978), a function poorly known. Moreover, the behaviors displayed with pets can be a marker of potential problems as mental disorders (Levinson, 1970) or family problems (Degue & DiLillo, 2009) and could even be a "tool" in personality tests (Levinson, 1978).

While numerous standardized tools (*e.g.* behavioral tests) testing domestic animals' reactions to familiar or unfamiliar humans exist (*e.g.* Fureix *et al.*, 2009; Hausberger *et al.*, 2008; Vas *et al.*, 2005), data evaluating humans' reactions to animals are much more sporadic. Standardized approaches enabling comparative and developmental studies are lacking. Self-report questionnaires by children are often not very reliable (Bryant, 1986; Timmer *et al.*,

1985) but parental questionnaires can give a good estimation of the general relationship (*e.g.* interest, responsibility, play) the child has with animals (Kidd & Kidd, 1990). However precise behavioral data are still lacking and appreciations remain somewhat subjective. Observations of first encounters between cats and humans revealed adult-child differences, but also demonstrated a major role of cats' individuality (Mertens & Turner, 1988). Ricard & Allard (1993) developed a standardized test aiming to evaluate the ability of 9-to-10-months old infants to discriminate animate and inanimate objects when facing unfamiliar stimuli (*i.e.* new toy, unfamiliar dwarf rabbit or unfamiliar adult). This test revealed that children reacted to an unfamiliar rabbit by approaching and touching it (like an object) but looked at it more (like a person) and really concentrated on it. However, many details can skew the results. First, in a previous study, when a caged rabbit was used, almost no close approach was observed (Hornik & Gunnar, 1988). Second, Ricard & Allard (1993) used a declawed rabbit tied to a pole that tried to avoid contact (*e.g.* ethic problems). If, amongst the questions raised, the focus is on revealing individual differences children must be able to express their whole behavioral repertoire when they approach a pet closely and handle it.

We present here a test that can easily be standardized and easily applied to a wide range of people - with typical or atypical development - using a tame guinea pig, a clawless and non-aggressive rodent species. The tame guinea pig could move freely in a large open cage so that a child could have easy access to it. Contrarily to cats, guinea pigs appear not very responsive to human vocalizations which are more in accordance with children attitudes (Mertens & Turner, 1988). They are overall more "neutral" but, at the same time, they have quite attractive features: round fluffy body and head, looking like a plush toy. Indeed, an attractive global aspect enhances interactions, for example children interacted more often with a furry Angora rabbit than with a farm rabbit (Nielsen & Delude, 1989). This, associated with simple coding, made the test easy to perform in home environments - enabling the child to focus on the animal rather than on a strange setting (Belkin & Routh, 1975; Cox & Campbell, 1968) - and movable from house to house.

Standardized testing and coding enabled us to characterize individual behavioral profiles and also to compare children in relation to different factors such as gender, age, family structure and so on. Our results show that this "strange animal" test can reveal much more than the mere interest of children in pets.

METHODS

1. Subjects

Observations were recorded between Summer 2008 and Spring 2009, over 9 months, after preliminary trials.

1.1. Human participants

Participants were 59 French children with typical development (32 girls and 27 boys) between 6 and 12 years old (mean \pm SD: 9.4 ± 2.1 years) and 61% had at least one pet at home (*i.e.* “pet owners”). Group samples were well balanced for age, gender and pet ownership (Table 1). These children came from different family backgrounds (Table 2 for details). All children were accompanied by one of their parents during the test. The parents gave their written consent allowing us to film the child.

Table 1: Distribution of children in relation to their age, gender and pet ownership

	No pets	Pets
6-to-9 years old	7 girls + 6 boys	8 girls + 10 boys
10-to-12 years old	5 girls + 5 boys	12 girls + 6 boys

Table 2: Characteristics of the children's sample and their families (n=59).

¹ according to INSEE (2003)

Living surroundings	28 in rural environment (47.5%)
	31 in urban environment (52.5%)
Residence	34 in a home (57.6%)
	25 in a flat (42.4%)
Siblings	28 elders (47.5%)
	31 no elders (52.5%)
	53 had siblings (89.3%)
	6 had no siblings (10.7%)
Family structure	44 biparental families (74.6%)
	15 single-parent families (25.4%)
Cat's ownership	24 had cat(s) at home (40.7%)
	35 had no cat at home (59.3%)
Dog's ownership	19 had dog(s) at home (32.2%)
	40 had no dog at home (67.8%)
Horse riding	46 did not go horse riding (78%)
	13 went horse riding (22%)
Problems with unfamiliar animal	50 had no problem (84.7%)
	9 had at least a problem (15.3%)

1.2. Pets

Brown long-coated and non-parturient adult female guinea pigs (*Cavia porcellus*) were used. They were 6 ± 0.5 months old. They had been acquired in a pet shop at an early age (approximately 8 weeks old) and were raised in a family setting until the experiment began. This ensured that they were used to children and to being handled. Each guinea pig was placed singly in a different family, thus, humans were their only "social substitute". One (or more) member of the family handled the pet at least 30 minutes every day. This training was maintained during the experimentation period. Regular and gentle handling has been shown to

have positive effects on other rodents (*e.g.* rats; Thompson & Lippman, 1975). Only healthy and non-aggressive animals were retained, four females fulfilling these requirements were kept for this experiment. In order to avoid potential stress or weariness, each guinea pig was submitted to a maximum of three experimental sessions per day ($\bar{X} = 1.6 \pm 0.8$ experiments).

Guinea pigs fulfilled our requirements concerning pet choice. Firstly, we needed a small animal as we would have to carry about (*e.g.* easy to transport). Secondly, this species' characteristics adapt it easily to human-pet interactions: companionable, not prone to bite or to scratch (contrary to rabbits), tameable and friendly/cuddly looking. Lastly, interaction opportunities increased when it stayed in a cage. Indeed this pet could be observed or touched easily following a human's initiative contrary to cats (Mertens & Turner, 1988).

2. Experimental design

2.1. Equipment

The pet device included a standard cage (70 x 40 x 20 cm), cleaned before each experimental session. To facilitate interactions, the pet's shelter and the cage top were removed. The cage floor was covered with sawdust; water and food (commercial pellets and hay) were provided *at libitum* (Fig 1). Both the pet's and the child's behaviors were recorded using two video cameras, one mounted on a tripod and facing the cage (pet's behaviors) and the second carried by the observer (child's behaviors).



Fig 1: Experimental device with the guinea pig (1), pellets (2), hay (3), drinking bottle (4) and litter of sawdust and newspaper (5)

2.2. Experimental setting and data recording

Before the experiment installation, the observer instructed the child and his/her parent (*i.e.* mother or father present during the experiment, $n_m=51$ and $n_f=8$ respectively) as follows:

- The child: during the experimental session, he/she was free to interact (or not) with the unfamiliar pet. He/she could behave as he/she wanted. We made it clear that no behavior was considered either right or wrong.
- The parent: all during the experiment, he/she was asked to sit away from the cage, not to reply to the child, to stay neutral (*e.g.* no encouragements, no smiles) and silent (*e.g.* no replies to the child's questions). The mother was usually the parent present during the experiment, except for single father families or when the mother was temporary absent.

After giving the instruction, the equipment (*i.e.* the opened cage with the pet and the fixed camera near the cage to film the pet) was installed by the observer in the living room at least 2 meters (minimal distance from the entrance). When all the equipment was installed, the observer then asked the child and the parent to come into the room. As soon as they entered, the observer switched on both cameras (she carried the second one to be able to follow the child). The 15-minutes session started as soon as both child and parent entered the room.

During the experiment, the pet was in the open cage placed on a low table (height: $55\text{ cm} \pm 15\text{ cm}$). The observer remained neutral and silent in an unobtrusive place in the room, moved only if the data lost could be important (*e.g.* child with his/her back to the observer) and stopped the experiment after 15 minutes or when the interaction became too “intense” (mostly rough handling of the guinea pig). We evidenced no behavioral disturbances in the children in spite of the cameras and the observer's presence (*e.g.* few gazes towards the cameras or the observer during the experiment).

All tests were performed by the same experimenter (MG, female, blond hair).

3. Data collection and analyses

3.1. Data analyses

Data analyses were based on the 15-minutes video-recordings. Only the child's behaviors will be considered here. All guinea pigs behaved in a friendly/fearless way (in preparation). We focused here on the latency of approach (time in seconds between the entrance into the room

and the arrival near the cage - less than 20 cm away) and on the latency of first touch (time in seconds between the entrance into the room and the first tactile contact with the pet). As Mertens & Turner (1988) showed, the first body contact is a key event in the human-pet encounter. A maximum of 20 seconds was counted if no contact had taken by them. Thus, an observation was stopped when a child touched the pet or after 20 seconds. Apart from the latencies, we chose an easy-simple scoring by using incidences: number of participants who performed a given behavior at least one (Ricard & Allard, 1993). The following behavioral items were observed (target is specified when useful):

a. Vocal and verbal interactions directed to the pet

- Talking to: talking to the pet using the pronoun "you" (*e.g.* "you are so cute").
- Talking about: talking about the pet to describe it (*e.g.* "it is so cute").
- Yelling: using shouts that expressed, for instance, excitement (*e.g.* "ooh, ahh, waou...") when discovering the pet.

b. Visual / facial interactions

- Looking at: direction of gaze towards the person/object concerned (*i.e.* parent, observer, pet or environment). Looking frequently accompanied vocalizations or smiling, but since we wished to maximize independence of measures, "looking" was only recorded when it occurred independently of other social behaviors (Lamb, 1975).
- Smiling: facial expression when the brows are not drawn together, but the corners of the mouth are retracted and raised (Brannigan & Humphries, 1972).

c. Tactile interactions

- Touching: physical contact between the child and the pet.
- Hesitate when near the pet: stop or move hand back before touching the pet.

In addition, we recorded self-centered gestures (all behaviors centered on self as "touch own hair"), whether the child went straight to the pet (walked towards the cage following a straight trajectory without stopping or slowing down) as well as the hand used first and the quality of the first touch (*i.e.* touching - putted one or more fingers or the whole hand on the pet without moving - or petting – moved his/her hand or fingers over the pet's body). Behaviors (*i.e.*

looking at and touching) towards other unfamiliar objects (*i.e.* camera on the tripod, objects in the cage) were recorded too.

The rater had experience in coding human-animal interactions. To calculate reliability, an additional rater coded 25% of the video recordings who were randomly chosen and evaluated according to the coding standards developed for this study. The degree of correlation between two raters was established by calculating Cohen's Kappa. Our reliability was excellent (0.92; Landis & Koch 1977).

3.2. Statistical analyses

Data analyses were conducted using Minitab 15© and Gtabm© (Quris, 1989) software; the accepted P level was 0.05. Data collected were binary variables (presence/absence) and time (latency to touch the pet; in seconds). As our data were not normally distributed, we used nonparametric statistical tests (Siegel & Castellan, 2003). Chi-square one-sample tests compared the proportions of children displaying each behavior. Fisher tests determined whether two independent groups, defined by the classification of one behavioral variable (*e.g.* smiling/not smiling), differed in proportion in relation to the classification of a second behavioral variable (*e.g.* talking to/not talking to) or to children's characteristics (*e.g.* gender; Tables 1, 2). Mann–Whitney U tests compared two independent groups (*e.g.* presence/absence of behavior) in relation to children's age as well as between two independent groups (*e.g.* gender) according to children's latencies for both first tactile contact and approach. A cluster analysis based upon Ward's procedure (*i.e.* minimization of intra-class variance) was applied to investigate children's behavioral profiles in more detail. Children displaying similar behaviors were identified and combined to represent profile clusters based on all behaviors. Clusters, based on multivariate analyses, have proved useful in studies on personalities and family psychology (Henry *et al.*, 2005). This cluster analysis was applied to each child for behaviors displayed by three or more children. A 10-percent level of dissimilarity was chosen to constitute profile groups. Each profile was represented by a radar plot and each ray of the plot represented a single behavior.

RESULTS

Fifty six children approached the pet ($\bar{X} \pm SD$, min – max in sec: 6.4 ± 2.7 , 2 - 17) and 44 children touched the pet ($\bar{X} \pm SD$, min – max in sec: 9.2 ± 3.2 , 4 - 19) during the first 20 seconds. Fifteen children did not touch the pet during this time: 8 girls and 7 boys mainly between 6 and 9 years old (73.3%; binomial test $p=0.06$).

Overall behavioral trends

When children entered the room, their first gaze was - for most of them - directed towards the pet (pet, 72.2%; environment, 10.2%; observer, 17.6%; $X^2=71.24$ $p < 0.001$). None of the children looked at their parent first. Even though most of the children did not look at their parent before establishing their first tactile contact (88.1%; $X^2=32.322$, $p < 0.001$), most of those who did were the ones who made no tactile contact with the pet (85.7%; Fisher's test $p < 0.001$). Amongst these children looking at their parent, 85.7% talked about the pet (Fisher test $p=0.016$) and none of them went straight towards it (Fisher test $p < 0.001$).

Most children went directly to the cage (79.2%; $X^2=12.36$, $p < 0.001$) and 75% touched the pet within 20 seconds. Most of them did not show any hesitation (86.4%; Fisher test $p=0.002$) and the first tactile contact was petting rather than a mere light touch (72.7%; $X^2=12.07$, $p=0.001$). No child handled the pet directly in her/his hands or arms.

The first contact tended to be made using their right hand (61.3%; binomial test $p=0.08$). Hesitation to touch the animal tended to occur more in the group of children that otherwise produced self-centered gestures (Fisher's test $p=0.057$).

Before the first tactile contact, social attention was mainly concentrated on the guinea pig. Indeed, only 9 children (15.2%) looked at the observer and two at the video camera on the tripod. Only one child manipulated the objects in the cage (*e.g.* feeder). Only 7 children (11.9%) looked at their parent at least once before establishing tactile contact with the pet.

Thirteen children (22%) were smiling when they entered the room and 29 children (49.2%) smiled when they first saw the pet ($X^2=36.47$, $p < 0.001$; Fig. 2). Almost all the children smiled at least once while approaching the cage (83.1%; $X^2=25.78$, $p < 0.001$).

Few vocal and verbal behaviors were recorded. Only 18 children yelled when first seeing the pet (30.5%; $X^2=8.97$, $p=0.003$). Few children talked to and about the pet before first tactile contact (28.8% and 11.9% respectively). Vocal and verbal behaviors were related: yelling children also talked about the pet (Fisher's test $p=0.017$) and children who talked about the pet also talked to it (Fisher's test $p<0.001$).

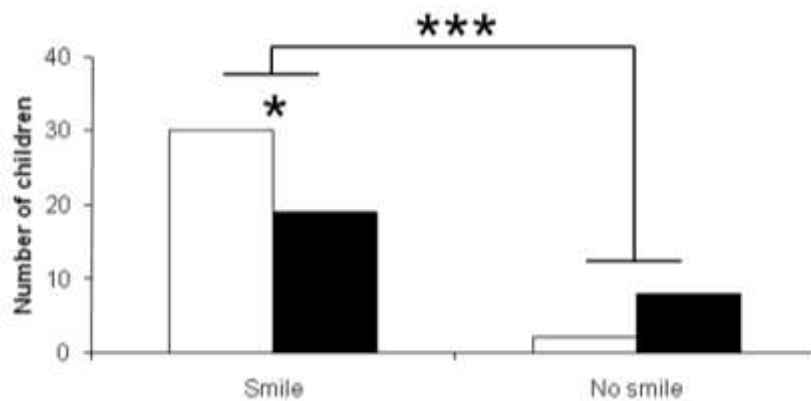


Fig 2: Number of children who smiled or did not smile before touching the pet in relation to gender (white: girls; black: boys). Level of significance: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$ (Fisher tests).

The effects of different factors

Even though overall behavioral trends were consistent, interindividual variations emerged and were large for some variables. Therefore, we investigated in more detail the effects of different factors on behavioral expression. Only the statistical significant effects are reported below.

Age

Age was correlated with the latency to first tactile contact: the older the children were, the sooner they touched the pet (Spearman correlation test: $r_s=-0.286$ $p=0.033$). The children who looked at their parent before touching the pet were younger than those who did not ($\bar{X} \pm SD$; age of children who *looked*: 9.9 ± 1.9 years old; age of children who *did not look*: 8.2 ± 2.2 years old; Mann Whitney test, $n_1=44$, $n_2=15$, $U=295.5$, $p=0.007$).

Gender

Gender seemed to influence different facets of behavior. Girls performed more self centered gestures (68.8%) than boys did (33.3%) (Fisher test; $p=0.007$). These gestures were associated with smiling in 93.5% of the cases (Fisher test $p=0.027$). More girls smiled (93.8%) than boys

did (70.4%) (Fisher test $p=0.02$; Fig. 2) and they yelled (43.8%) more than boys did (14.8%) (Fisher test $p=0.013$) when they first saw the pet. More girls used their right hand to touch the pet than boys did (79.2% *versus* 40%; Fisher test $p=0.009$).

Pet ownership

The fact that the children's family owned a pet surprisingly induced very few differences. Owners just yelled more than non-owners (41.7% *versus* 13%; Fisher test $p=0.018$).

Life styles

More urban children than children living in rural area went directly to pet's cage (83.9% *versus* 60.7%; Fisher test $p=0.047$). More rural children than urban children petted the animal (88.9% *versus* 61.5%; Fisher test $p=0.046$).

Family structure

Single-parent children looked at their parent before establishing tactile contact with the pet ($X^2=4.21$ $p=0.04$). In contrast, *biparental family* children smiled ($X^2=3.84$ $p=0.05$). The presence of siblings and sibling rank did not appear to influence the child's behavior in this experiment.

Toward behavioral profiles

As mentioned before, some behaviors appeared to be related (*e.g.* hesitation and self-centered gestures, vocal and verbal behaviors), we sought a more global view of these children's behavioral profiles. From the cluster analysis, the four behavioral profiles described below emerged (Fig. 3).

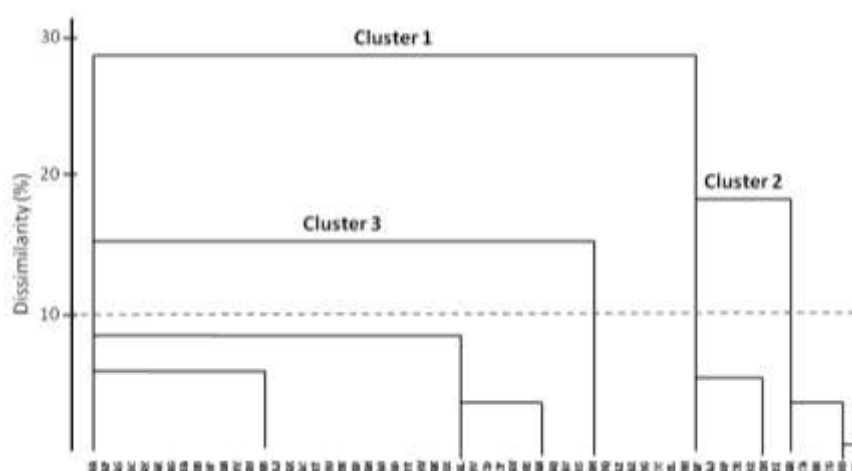


Fig 3: Cluster dendrogram illustrating 3 clusters (4 groups)- of children - represented by two letters - according to an ascendant hierarchical classification with 10% of dissimilarity ; GTABM© software (Quris, 1989).

Profile 1

The first profile (n=38; Fig. 4) included children who went straight to the pet (84.2%), touched it (86.8%) and petted it (65.8%), showed no interest to other elements in the environment and emitted little discourse and few yell. None of these children hesitated before touching the pet. Most children belonged to this profile (64.4%). Their mean latency to first tactile contact was 8.2 ± 2.8 seconds.

This profile was characterized by older children ($\bar{x} \pm SD$; profile 1: 9.9 ± 1.9 years old; other profiles: 8.6 ± 2.3 years old; Mann Whitney test, $n_1=38$, $n_2=21$, $U=1272$, $p=0.037$), mostly with siblings (92.1%; binomial test $p<0.001$; Fig. 5E) and belonging to a biparental family (84.2%; binomial test $p<0.001$; Fig. 5E). The proportion of children living with no pet at home tended to be higher in this profile than in other profiles (47.3% *versus* 23.8%; Fisher test $p=0.066$ Fig. 5G). This group was well balanced according to gender (47.4% girls, 52.6% boys; Fig. 5B), siblings rank (44.7% elder, 55.3% not elder; Fig. 5C) and life style (52.6% urban, 47.3% rural; 52.6% house, 47.3% flat; Fig. 5F, 5H). More than half of the children having mentioned a problem with another one animal fitted in this group (Fig. 5I). Lastly, 53.8% of the horse rider belonged to this profile (Fig. 5J).

The profile 1 was named "**confident profile**" (Ainsworth & Bell, 1970; Ricard & Allard, 1993).

Profile 2

The second profile (n=6; Fig. 4) was characterized by several behaviors expressed. More than a half of these children yelled or talked about the pet (66% in both cases) and all talked to the pet (100%). Most of these children displayed self-centered gestures (66%) and all smiled (100%). Moreover, they went straight to the pet (66%) but only some of them touched it (33%). Latency to approach did not differ from other profiles ($\bar{x} \pm SD$ in seconds; profile 2: 7.5 ± 3.0 ; other profiles: 6.3 ± 2.7 ; Mann Whitney test, $n_1=6$, $n_2=50$, $U=209.5$, $p=0.310$). Thus these children observed the pet more. Latency for first tactile contact was 12 ± 2.8 seconds for the only two children who did.

Most children were girls (66.6%; Fig. 5B), most children belonged mostly to biparental families (66.6%; Fig. 5D), mostly had siblings (83.3%; Fig. 5E), were the elders (66.6%; Fig. 5C) and lived in a house (83.3%; Fig. 5H) in a rural area (66.6%; Fig. 5F). Moreover, they were mostly pet owners (83.3%; especially cats, binominal tests: $p=0.06$, Fig. 5G). This group was well balanced according to age (50% 6-to-9 years old; 50% 10-to-12 years old; $\bar{x} \pm SD$: 8.7 ± 3.0 years old; Fig. 5A) and horse riding (42.9%; Fig. 5J).

Given the low tendency to touch and being more observers, this profile was named "**careful profile**" (Wedl & Kotrschal, 2009).

Profile 3

The third profile (n=7; Fig 4) included children displayed more "fearful" behaviors such as self-centered gestures (most of them) and looking at their parent (all of them) before establishing tactile contact with the pet. They never went straight to the pet and they were the least that touched or petted the animal (85.7% did not establish tactile contact; only one girl did after 17 seconds). These children showed mostly their particular interest by yelling and talking about the pet as well as smiling (42.9%, 85.7% and 71.4%, respectively).

Most of these children tended to be between 6 and 9 years old (85.7%; binomial test, $p=0.063$; Fig. 5A). All children had siblings (binomial test $p=0.008$; Fig. 5E). Most of them lived in a house (85.7%; Fig. 5H) in a rural area (71.4%; Fig. 5F) with animals (85.7%; Fig. 5G).

Little contact or problems with others animals were reported: only one child had mentioned problems with an unfamiliar dog (Fig. 5I) and one went horse riding (Fig. 5J). Interestingly, the proportion of children living in single parent families tended to be higher in this group than in the other groups (57.1% *versus* 25%; Fisher test $p=0.062$; Fig. 5D). Girls and boys were equally represented (57.1% girls, 42.9% boys; Fig. 5B) while siblings' rank did not seem to have an influence (57.1% no elders, 42.9% elders; Fig. 5C).

Given the high rate of self-centered gestures, this profile was named "**anxious profile**" (Ainsworth *et al.*, 1978).

Profile 4

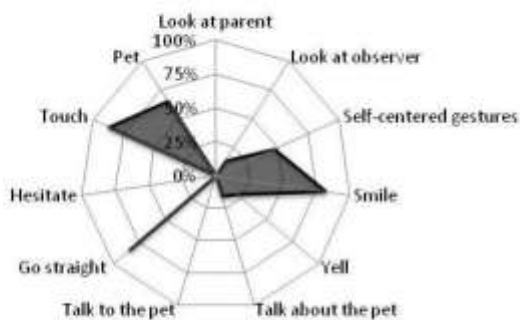
The fourth profile (n=8; Fig. 4) included restricted behaviors towards the pet. Few of these children yelled or talked about the pet (37.5% and 12.5% respectively). They seemed more focused on tactile contact because, after going straight to the pet, they all touched it with hesitation; preferring to touch the animal lightly rather than pet it frankly. A majority of children smiled (87.5%) whereas only half of them displayed self-centered gestures. Mean latency for the first tactile contact was 11.4 ± 2.3 seconds.

Most of these children were girls (75%; Fig. 5B), belonged to biparental families (62.5%; Fig. 5D), had siblings (75%; Fig. 5E) and lived mostly in an urban environment (87.5%; binomial test $p=0.035$; Fig. 5F) in a flat (62.5%; Fig. 5H). 25% of these children had had problems with an unfamiliar cat (Fig. 5I). This group was well balanced according to age (50% 6-to-9 years

old; 50% 10-to-12 years old; $\bar{X} \pm SD$: 9.5 ± 1.9 years old; Fig. 5A) and siblings' rank (50% elder, 50% no elders; Fig. 5C).

Given the hesitation and touching, this profile was named "**indirect profile**" (Wedl & Kotrschal, 2009).

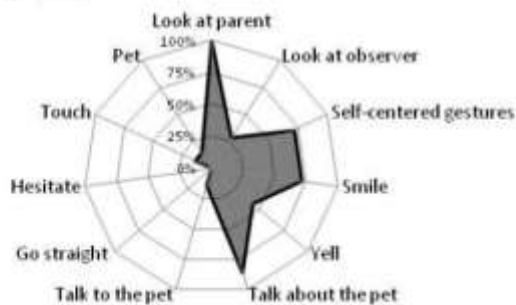
Profile 1 ("confident", n=38)



Profile 2 ("careful", n=6)



Profile 3 ("anxious", n=7)



Profile 4 ("indirect", n=8)

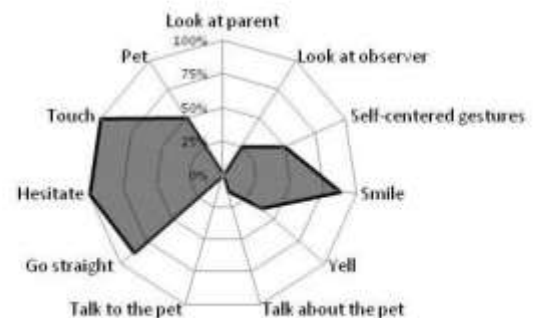


Fig 4: Behavioural profiles of children encountering a strange guinea pig. Radar plots of the four profiles issued from the cluster analysis (Quris, 1989). Each ray represents a single behaviour (percent of children expressing it)

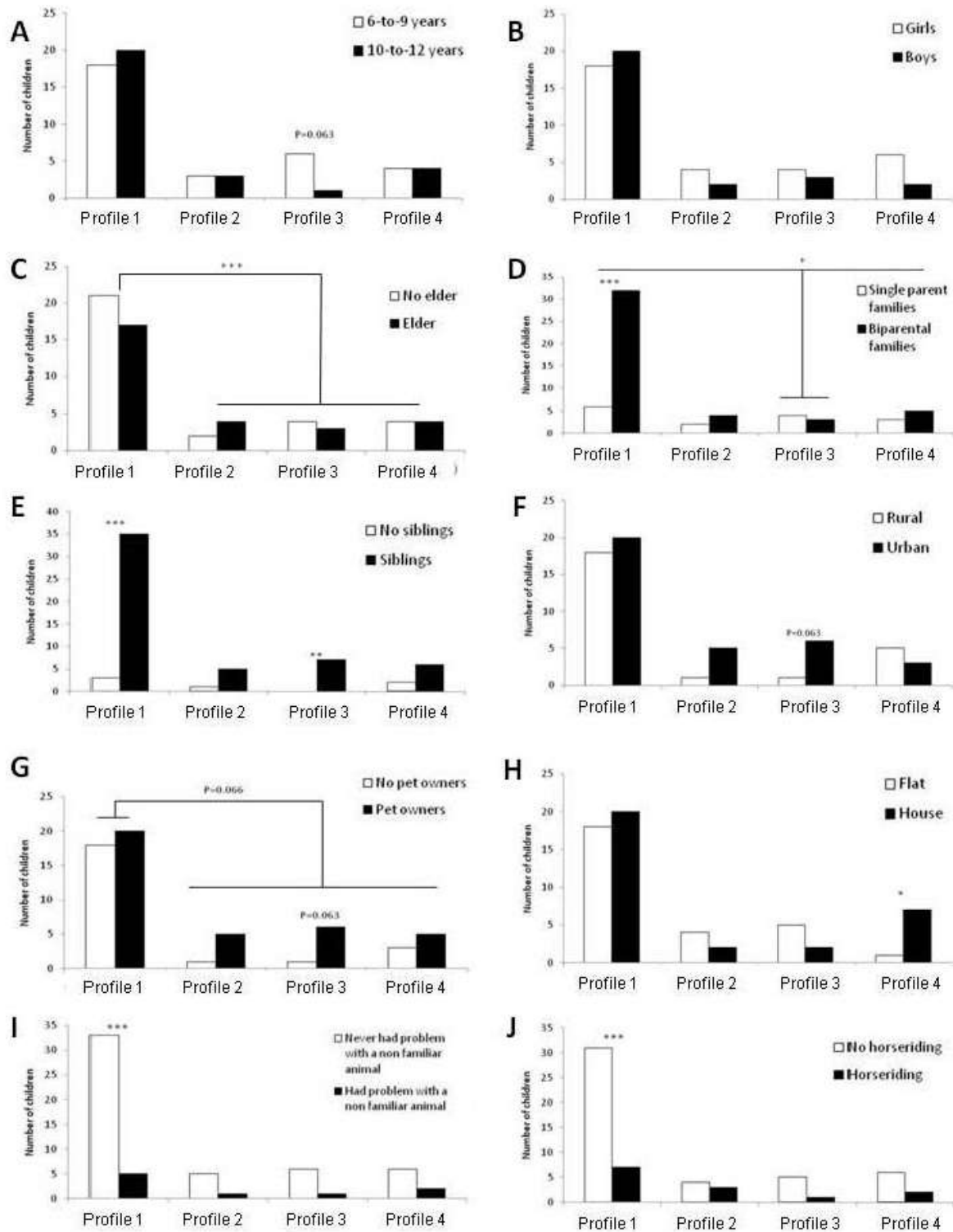


Fig 5: Distribution of children in each profile in relation to (A) age, (B) gender, (C) siblings rank (D) family structure, (E) siblings, (F) living surrounding, (G) pet ownership, (H) residence, (I) problem with unfamiliar animal and (J) horse riders. Level of significance: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ (Binomial or Fisher test, intra or inter-profiles analyzes, respectively).

DISCUSSION

The *Strange Animal Situation* - based on the use of an accessible harmless tame guinea pig and a simple scoring technique - revealed to be a reliable tool to describe the behaviors of children facing similar situation and also a potential indicator of some personality traits. Because this method facilitates comparisons, the impact of different factors can be evaluated and clearly defined behavioral profiles can emerge reflecting some of the children's or families' characteristics.

A general pattern of interaction

Our results reveal first a general pattern of child-pet encounters. Children mostly looked at the pet first, smiled when they saw it and then went then directly towards it without looking at their parent. Many children touch the pet without hesitation and when a hesitation occurred, it was associated with self centered gestures. The fact that children focus their interactions on tactile contact agrees with previous reports including other mammal pets: rabbits (Ricard & Allard, 1993), cats (Mertens & Turner, 1988), dogs (Nielsen & Delude, 1989). Children emitted few vocal or verbal behaviors confirming previous results found with cats (Mertens & Turner, 1988) while opposite patterns had been found with non mammal pets like birds to whom children tend to talk more than touch (Nielsen & Delude, 1989).

The most general tendency was the total attention focus towards the pets during the approach and the first tactile contact. This is in accordance with the other studies on child-pet encounters (Mertens & Turner, 1988; Nielsen & Delude, 1989; Ricard & Allard, 1993). In a study on 9-to-10-months-old infants, gazes to mother were less frequent in the presence of a rabbit as compared to a new toy or a strange woman. They quickly approached and touched the rabbit and were really concentrated on it (Ricard & Allard, 1993). Such a focusing of attention on pet and lowered interest in other humans (*e.g.* the secure base mother) is the basis for the *attentional shift theory* proposed by Brickel (Brickel, 1982), that assumes pets divert attention from an anxiety-generating stimulus (*e.g.* being separated from mother). Pets would be ideally suited for an attention-focused role because of their attractive characteristics (Shiloh *et al.*, 2003) such as predictability and interactivity (Redefer & Goodman, 1989) or multimodal stimulation (Brickel, 1982).

An influence of different factors

As expected, behavioral traits were influenced by different factors. First, our results show that girls and boys behaved differently with pets in accordance with the literature (for a review: Filiatre *et al.*, 1988; Herzog, 2007; Rusca & Tonucci, 1992; Wells & Hepper, 1999). Girls were overall more hesitant (*i.e.* display self-centered gestures) than boys as previously observed in other unfamiliar situations (Stern & Bender, 1974). They were also more expressive than boys (*i.e.* use of smiles and verbal behaviors) in agreement with both human-human (Major, 1981; Ruble & Martin, 1998) and human-pet (Mertens & Turner, 1988) interactions. Prato Previde *et al.* (2003) observed different verbal communication patterns between women and men interacting with their pet dog. Girls used more their right hand to touch the pet than did boys (for a review on laterality and gender; Sommer *et al.*, 2008). The age was another important factor: the older the children were, the faster they initiated touching the pet. Children's age had been shown to influence interactions with pets (*e.g.* dog; Millot *et al.*, 1988). Children's fear of animals reaches a peak around 4-to-5 years old and then decreases with growing age (Bowlby, 1973). Younger children tended to look first to their parent before touching the pet as if seeking reassurance (Bowlby, 1969). Pet ownership influenced first "enthusiasm" toward the pet: the pet owners yelled more than the non pet owners when first seeing the animal. Kidd & Kidd (1990) also found that the general interest in animals of children was stimulated by pet ownership. Closer contact through pet ownership appears to underlie both more positive feelings towards animals and a reduced fear of them (Bowd, 1984). Finally family composition and life style were important factors which influenced the children behaviors with the pet as previously demonstrated (*e.g.* Kidd & Kidd, 1989; Melson, 1988).

Towards behavioral profiles

Our cluster analysis reveals four distinct behavioral profiles of children faced with the *Strange Animal Situation*. The cluster analyses have proved useful in classifying personalities (Bergman & Magnusson, 1997; Bergman, 1996) or even family profiles (Mandara, 2003) and have the advantage of being multivariate, combining different variables. Bivariate analyses have being predominantly until now but may give a reduced view of reality (Mandara, 2003). Multivariate analyses are certainly a useful additional tool to the more widespread questionnaire approach (*e.g.* Henry *et al.*, 2005).

The four profiles found here reveal interesting characteristics of the children attitudes towards pets as well as probably of more general aspects of their personality. Thus, the first profile, that is children who went directly to the pet and petted it rapidly, was associated with living in a biparental family, having siblings and variable life styles. These children tended to be older than in the other profiles. Interestingly, most of them never owned a pet whereas they had external activities with animals (*e.g.* horse riding). One can wonder whether this "confidence" is totally adapted to a human-animal encounter and may reflect a lack of experience. Straight interactions with unknown animals may lead to problems.

On the contrary, the "careful" children (profile 2) observed more and had more indirect approaches. They were highly interested and kept distances. Interestingly, most of them were pet owners, lived in a house in a rural area and were often the elders. One can speculate that the previous and repeated experiences with animals - home pets and rural environment- have taught them to be careful, especially if, as elders, they have also to care for younger siblings. Their behavior reminds of adult behavior (*i.e.* vocal behaviors and observation period before tactile contact; Mertens & Turner, 1988).

The children of profile 3 shared with the "careful" children a low tendency to touch the pet but also the life style (*i.e.* a house in a rural area with familiar pets) but their behavior was highly distinguishable. They showed a high tendency for self-centered gestures (*e.g.* scratching head, wringing hands) that are expressed in stressful situations (Barash, 1974) or when individuals are confronted to a "conflict of motivation" (Anselme, 2008). Here the children were faced with two opposite motivations: attraction (*i.e.* desire to touch) and repulsion (*i.e.* fear) towards a same stimulus (*i.e.* the pet), a typical approach/avoidance conflict (Lewin, 1935). Interestingly, these "anxious" children reacted also by referring to the parent present: all of them looked at their parent and talked about the pet. These behaviors remind of reassurance seeking and of situations of unsecure attachment where the infants does not explore novel objects or environment (*e.g.* Ainsworth & Bell, 1970). Most of these children were young and lived without siblings in a single-parent family. In this case, the reactions to the strange animal may well reveal personality traits due to the past or the present family problems as most of these children had experimented parent's divorce. According to Levinson (1978), animals are good "tools" to reveal such aspects of children's individuality.

The profile 4 revealed children that were strongly attracted but hesitant ("indirect profile"). They were very concentrated on the pet, did not address any behavior to their parent or the

observer but had hesitation when establishing the first tactile contact. They may have been confronted to a conflict of motivation as the "anxious" children. The lack of experience may be a explanation as these children (mainly girls or single children) were living mostly in flat in an urban area with little contact to animals. Some had bad experience with strange cats.

The Strange Animal Situation: an important new tool?

The results above mentioned show that this standardized situation revealed behavioral profiles of children. It reflected some aspects of their experience, gender or life styles that went in certain aspects beyond the child-pet interaction experience with animals, order in the siblings, gender, age and family composition, had different influences on the child's behavior. The most striking profile was the "anxious" one where children seek their parent's attention. Some parallels can indeed be made with Ainsworth's *Strange Situation* test (Ainsworth *et al.*, 1978) where secure children show exploratory behaviors with confidence while insecurely attached children are more centered to their mother and distraught if she leaves. Both tests may reveal personality aspects that go beyond the current situation. Nevertheless they also differed in that the test site is different (unfamiliar/familiar) and the parent leaves in one case and not in the other. The interest of the *Strange Animal Situation* is different too, even if it can be viewed as an interesting complementary approach for some of the issues raised by Ainsworth (Ainsworth *et al.*, 1978).

At a young age, children prefer to interact with pets rather than toys when given the choice (Nielsen & Delude, 1989; Ricard & Allard, 1993). The mental representations and attitudes towards animals evolve with age and experience (Kellert, 1985). Empathy is expressed towards animals but can be altered in some psychiatric disorders (APA, 1994). Having a standardized test may help comparing whole populations such as children with typical development or children with autism. These first results also confirm that pets may help detect problems (Levinson, 1970). The *Strange Animal Situation* could be a powerful tool for detecting them early. Its main interest remains certainly to be able to compare quantitatively behavioral profiles of children through development and experience.

Acknowledgements

We are thankful to Dr. Ann Cloarec for improving the English, to families for their participation and to Fondation Adrienne et Pierre Sommer for their support.

REFERENCES

- Ainsworth, M.D.S., Bell, S.M. (1970) Attachment, exploration, and separation: illustrated by the behaviour of one year-olds in a strange situation. *Child Development*, 41, 49-67.
- Ainsworth, M.D.S., Blehar, M.C., Waters, E., Wall, S. (1978) *Patterns of attachment: A psychological study of the strange situation*. Erlbaum: Hillsdale, N.J.
- Anselme, P. (2008) Abnormal patterns of displacement activities: A review and reinterpretation. *Behavioural Processes*, 79(1), 48-58.
- APA. (1994) *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. Washington.
- Barash, D.P. (1974) Human ethology: Displacement activities in a dental office. *Psychological reports*, 34(3), 947-949.
- Bard, K. (1991) Distribution of attachment classifications in nursery chimpanzees. *American journal of primatology*, 24, 88.
- Belkin, E.P., Routh, D.K. (1975) Effects of presence of mothers versus stranger on behavior of three-year-old children in a novel situation. *Developmental psychology*, 11(3), 400.
- Bergesen, F.J. (1989) The effects of pet facilitated therapy on the self-esteem and socialization of primary school children. Paper presented at the The 5th International Conference on the Relationship Between Humans and Animals.
- Bergman, L., Magnusson, D. (1997) Person-oriented research in developmental psychopathology. *Development and Psychopathology*, 9, 291-319.
- Bergman, L.R. (1996) Studying persons as wholes in applied research. *Applied Psychology: An International Review*, 45, 331-334.
- Bowd, A.D. (1984) Fears and understanding of animals in middle childhood. *Journal of Genetic Psychology*, 145(1), 143-144.
- Bowlby, J. (1969) *Attachment and loss, Vol. 1: Attachment*. New York.
- Bowlby, J. (1973) *Attachment and loss, Vol. 2: Separation*. New York.

- Brannigan, C., Humphries, D. (1972) Human non-verbal behavior, a means of communication. In N. Blurton-Jones (Ed.), *Ethological studies of child behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brickel, C.M. (1982) Pet-facilitated psychotherapy - a theoretical explanation via attention shifts. *Psychological Reports*, 50(1), 71-74.
- Bryant, B. (1986) The relevance of family and neighborhood animals to social-emotional development in middle childhood. Paper presented at the Delta Society Conference, Boston.
- Cox, F.N., Campbell, D. (1968) Young children in a new situation with and without their mothers. *Child Development*, 39, 123-131.
- Degue, S., DiLillo, D. (2009) Is animal cruelty a "Red Flag" for family violence? Investigating co-occurring violence toward children, partners and pets. *Journal of interpersonal violence*, 24(6), 1036-1056.
- Endenburg, N., Baarda, B. (1996) The Role of Pets in Enhancing Human Well-being: Effects on Child Development. In I. Robinson (Ed.), *The Waltham Book of Human-Animal Interactions: Benefits and Responsibilities of Pet Ownership* (pp. 7-17).
- FACCO TNS Sofres (2008) 14^{ème} étude sur la place des animaux de compagnie en France.
- Filiatre, J.C., Millot, J.L., Montagner, H., Eckerlin, A., Gagnon, A.C. (1988) Advances in the study of the relationship between children and their pet dogs. *Anthrozoos*, 2(1), 22-32.
- Fureix, C., Jegou, P., Sankey, C., Hausberger, M. (2009) How horses (*Equus caballus*) see the world: humans as significant "objects". *Animal Cognition*, 12(4), 643-654.
- Hausberger, M., Roche, H., Henry, S., Visser, E.K. (2008) A review of the human-horse relationship. *Applied Animal Behaviour Science*, 109(1), 1-24.
- Henry, D.B., Tola, P.H., Gorman-Smith, D. (2005) Cluster analysis in family psychology research. *Journal of Family Psychology*, 19(1), 121-132.
- Herzog, H.A. (2007) Gender differences in Human-Animal Interactions: A Review. *Anthrozoos*, 20(1), 7-21.
- Hinde, R. (1979) *Towards Understanding Relationships*. London: Academic Press.

- Hornik, R., Gunnar, M.R. (1988) A descriptive analysis of infant social referencing. *Child development*, 59, 626-634.
- Kellert, S.R. (1985) Attitudes toward animals: Age related development among children. *Journal of Environmental Education*, 16(3), 29-39.
- Kidd, A.H., Kidd, R.M. (1989) Factors in adults attitudes toward pets. *Psychological Reports*, 65(3), 903-910.
- Kidd, A.H., Kidd, R.M. (1990) Factors in children's attitudes toward pets. *Psychological reports*, 66, 775-786.
- Lamb, M.E. (1975) Twelve-month-olds and their parents: Interaction in a laboratory playroom. *Developmental psychology*, 12(3), 237-244.
- Landis, J.R., Koch, G. (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33(3): 159–174.
- Levinson, B. (1970) Pets, Child development and Mental Illness. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 157(2), 1759-1766.
- Levinson, B. (1971) Household pets in training schools serving delinquent children. *Psychological Reports*, 28, 475-481.
- Levinson, B. (1978) Pets and personality development. *Psychological reports*, 42, 1031-1038.
- Lewin, K. (1935) *A dynamic theory of personality*. New York: McGraw-Hill.
- Major, B. (1981) Gender patterns in touching behavior. In *Gender and nonverbal behavior* (pp. 183-208). New York: Springer Series in social psychology.
- Mandara, J. (2003) The typological approach in child and family psychology: A review of theory, methods and research. *Clinical Child and Family Psychology review*, 6(2), 129-146.
- Melson, G.F. (1988) Availability of and involvement with pets by children: Determinants and correlates. *Anthrozoos*, 2, 45-52.
- Melson, G.F. (2005) *Why the wild things are; animals in the lives of children*: Harvard University Press.

- Mertens, C., Turner, D.C. (1988) Experimental analysis of human-cat interactions during first encounters. *Anthrozoos*, 2(2), 83-97.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C., Gagnon, A.C., Eckerlin, A., Montagner, H. (1988) Children and their pet dogs - how they communicate. *Behavioural Processes*, 17(1), 1-15.
- Nielsen, J.A., Delude, L.A. (1989) Behavior of young children in the presence of different kinds of animals. *Anthrozoos*, 3(2), 119-129.
- Palestrini, C., Prato Previde, E., Spiezo, C., Verga, M. (2005). Heart rate and behavioural responses of dogs in the Ainsworth's Strange Situation: A pilot study. *Applied Animal Behaviour Science*, 94, 75-88.
- Prato Previde, E., Custance, D.M., Spiezo, C., Sabatini, F. (2003) Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's Strange Situation. *Behaviour*, 140, 225-254.
- Quris, R. (1989) GTABM, questionnaire de tableaux multiples. Université de Rennes 1, Station biologique de Paimpont.
- Redefer, L.A., Goodman, J.F. (1989) Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 19(3), 461-467.
- Ricard, M., Allard, L. (1993) The reaction of 9- to 10-month-old infants to an unfamiliar animal. *The Journal of genetic psychology*, 154(1), 5-16.
- Ruble, D.N., Martin, C. (1998) Gender development. In N. Eisenberg (Ed.), *Handbook of Child Psychology* (Vol. Vol. 3). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Rusca, G., Tonucci, F. (1992) Development of the concepts of living and animal in the child. *European Journal of Psychology of Education*, 7(2), 151-175.
- Salomon, A. (1981) Animals and children - The role of the pets. *Canada Mental Health*, 29(2), 9-13.
- Shiloh, S., Sorek, G., Terkel, J. (2003) Reduction of state-anxiety by petting animals in a controlled laboratory experiment. *Anxiety Stress and Coping*, 16(4), 387-395.
- Siegel, S., Castellan, N. J. (2003) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.

- Sommer, I.E., Aleman, A., Somers, M., Boks, M.P., Kahn, R.S. (2008) Sex differences in handedness, asymmetry of the Planum Temporale and functional language lateralization. *Brain Research*, 1206, 76-88.
- Stern, D.N., Bender, E.P. (1974) An ethological study of children approaching a strange adult: Sex differences. In R.C. Friedman, R.M. Richart and R.L. Vande Wiele (Eds.), *Sex differences in behavior*. New York: Wiley.
- Thompson, R.W., Lippman, L.G. (1975) The effects of age and postweaning and adult handling habituation on activity and exploration in the rats. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 5, 285–288.
- Timmer, S.G., Eccles, J., O'Briend, K. (1985) How children use time. In F.T. Luster and F.P. Stafford (Eds.), *Time, goods and well-being* (pp. 353-382p.). University of Michigan Press: Ann Arbor MI.
- Topal, J., Miklosi, A., Csanyi, V., Doka, A. (1998) Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1996) strange situation test. *Journal of Comparative Psychology*, 112(3), 219-229.
- Vanhoutte, B.A., Jarvis, P.A. (1995) The role of pets in preadolescent psychosocial development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 16(3), 463-479.
- Vas, J., Topal, J., Gacsi, M., Miklosi, A., Csanyi, V. (2005) A friend or an enemy? Dogs' reaction to an unfamiliar person showing behavioural cues of threat and friendliness at different times. *Applied Animal Behaviour Science*, 94(1-2), 99-115.
- Wedl, M., Kotrschal, K. (2009) Social and Individual Components of Animal Contact in Preschool Children. *Anthrozoos*, 22(4), 383-396.
- Wells, D. L., Hepper, P. G. (1999) Male and female dogs respond differently to men and women. *Applied Animal Behaviour Science*, 61, 341-349.

5.1.2. Application aux enfants avec autisme

Notre étude a donc montré que la *Strange Animal Situation* se révèle être un outil fiable pour décrire les comportements des enfants au développement typique face à un animal non familier mais aussi un outil révélant certains traits de personnalité (Levinson, 1978). Une attirance pour l'animal est exprimée par l'ensemble des enfants, comme précédemment observée (Nielsen & Delude, 1989; Ricard & Allard, 1993). Des paramètres comme l'âge, le genre et l'expérience aux animaux sont liés aux comportements ou aux profils comportementaux exprimés (*e.g.* enfants confiants, enfants prudents, enfants indirects ou enfants anxieux). D'un point de vue général, les filles sont plus verbales que les garçons, notamment en s'exclamant à la vue de l'animal. De plus, les enfants dits "confiants" sont le plus souvent issus d'une famille biparentale, avec une fratrie et peu d'entre eux ont des animaux à la maison alors que les enfants dits "confiants" sont souvent des filles, aînées de leur fratrie, vivant en milieu rural et en compagnie d'animaux à la maison.

L'importance que revêt l'expérience dans une situation sociale nouvelle suggère qu'il soit nécessaire pour l'enfant de saisir le sens global de l'évènement. Pour ce faire, il porte son attention sur de nombreuses informations multimodales (*e.g.* visuelles, auditives), incluant la perception du mouvement biologique (Planche, 2010). Ces informations vont être alors mémorisées et traitées. Nous supposons que l'enfant transfère les informations acquises précédemment auprès des animaux à ce nouvel animal grâce à des processus de généralisation, afin d'adopter un comportement adéquat.

Bien que les capacités de catégorisation paraissent relativement préservées dans le syndrome autistique (Ungerer & Sigman, 1987), les capacités de généralisation semblent être, quant à elles, altérées notamment lors de situations sociales (Wong *et al.*, 2007). De plus, les comportements exprimés par les enfants avec autisme semblent inadéquats dans les situations de nouveauté sociale. Par exemple, une étude s'est intéressée à une séance de jeu entre la mère et son enfant en laboratoire. Au cours de cette séance, un adulte non familier apparaissait en présentant une attitude neutre et silencieuse (LeRoy, 2003). La majorité des enfants avec autisme ont alors regardé cette personne mais n'ont pas cherché le regard de leur mère pour interpréter la situation (*i.e.* comportement observé chez des enfants typiques et des enfants trisomiques). Ils ont continué leur activité de jeu tout en jetant des coups d'œil en direction de

l'adulte non familier, indiquant qu'ils ont repéré le caractère nouveau de la situation (Planche, 2010).

Dans une autre situation de laboratoire, l'animal semble, quant à lui, être plus attractif que l'être humain pour des enfants avec autisme (Prothmann *et al.*, 2009). Ceci semble confirmer l'hypothèse selon laquelle l'animal est plus facile à décoder que l'être humain pour les personnes avec autisme (Redefer & Goodman, 1989). Nous nous sommes dès lors interrogés sur les stratégies d'approche d'un animal non familier utilisées par des enfants avec autisme, puis nous les avons comparées à celles développées par les enfants typiques. Pour ce faire, nous avons utilisé la *Strange Animal Situation*. Cette étude a donné lieu à deux manuscrits. Le premier, présenté ici, est soumis pour publication dans *Autism* [*Children with autism face with a non familiar pet: application of the Strange Animal Situation test*].

Manuscrit soumis pour publication dans Autism

Manuscript submitted to Autism

Children With Autism Face With A Non Familiar Pet: Application Of The *Strange Animal Situation* Test

Marine Grandgeorge¹, Michel Deleau²,
Eric Lemonnier³, Sylvie Tordjman⁴, Martine Hausberger¹

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552, Ethologie animale et humaine, Rennes, France

² Université Rennes 2, CRPCC, EA 1285, Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, Rennes, France

³ Service de Pédiopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, France

⁴ Département de psychiatrie, CHU Guillaume Rénier, Rennes, France

SYNTHESE DE L'ARTICLE 6

Questions. Est-ce que les enfants avec autisme sont attirés par l'animal non familier ? Leurs comportements différent-ils en fonction de leur âge, leurs capacités langagières et leur expérience aux animaux ? Pouvons-nous identifier, à l'instar des enfants typiques, des profils comportementaux d'approche de l'animal non familier ? Si oui, pouvons-nous établir des parallèles entre ces profils et ceux observés chez les enfants typiques ?

Méthodes. Nous avons appliqué la *Strange Animal Situation* auprès de 27 enfants avec autisme âgés de 6 à 12 ans. Nous avons observé, dans une situation naturaliste, les comportements émis par ces enfants, puis nous les avons comparés à ceux émis par des enfants typiques (voir ARTICLE 5), afin d'établir les spécificités du syndrome autistique.

Résultats. A la différence des enfants typiques, peu d'enfants avec autisme se sont intéressés à l'animal non familier. Ces derniers sont principalement des enfants avec un fort intérêt pour les animaux en général et/ou ayant développé au moins une relation privilégiée avec un animal familier. Trois profils comportementaux ont pu être mis en évidence : enfants tournés vers l'homme, enfants autocentrés ou enfants confiants, ce dernier profil étant similaire à celui observé chez les enfants typiques. Ces profils reflètent les aspects des expériences, des caractéristiques propres, mais aussi du style de vie des enfants avec autisme, comme chez les enfants typiques.

Conclusions. La *Strange Animal Situation* révèle que les enfants avec autisme diffèrent des enfants typiques dans leurs comportements et leur intérêt envers un animal non familier. La coexistence du profil confiant dans les deux groupes d'enfants suggère que le syndrome autistique appartienne à un spectre comportemental, en continuité avec les comportements typiques. L'ensemble de cette étude amène à réfléchir sur l'hypothèse qui voudrait que les animaux soient plus faciles à décoder que les humains pour les enfants avec autisme. En effet, force est de constater que seule une minorité d'enfants avec autisme est attirée par l'animal présent, tandis qu'une partie d'entre eux se tourne vers les partenaires humains (*i.e.* parent et observateur).

ABSTRACT

Autistic disorders are characterized by deficits in social interactions and communication, strong aversion or non-response to social stimuli, although these children are often reported to develop strong bonds with pets. We hypothesized that children with autism would present different behavioral profiles when confronted with an unfamiliar pet in a *Strange Animal Situation* close-to-life test. Twenty seven children with autism were compared to children with typical development. Our results revealed similarities in the behavior of both groups of children as well as patterns specific to the children with autism (*e.g.* attracted by humans). Different profiles emerged depending on everyday living conditions. This study constitutes, to our knowledge, the first clear description of how children with autism react when confronted with an unfamiliar animal and the first direct comparison between children with autism and children with typical development using a naturalistic but standardized setting.

Keywords: autism, pet, profile, interaction, ethology

INTRODUCTION

Autistic disorders are characterized by deficits in social interactions and communication, strong aversion or non-response to social stimuli and attraction to inanimate objects (Dawson *et al.*, 1998). However, authors have often reported that children with autism can develop a bond with a pet (Davis *et al.*, 2004). These children may also show an interest in photos of animals, as for objects, but not for humans (Celani, 2002).

The question of how children perceive animals, compared to humans on the one hand and objects on the other hand has been raised repeatedly. All studies converge to show that children are so highly attentive to an unfamiliar animal (Golinkoff & Harding, 1983) that they forget their mother's presence (Ricard & Allard, 1993). Children tend to initiate contact actively (Mertens & Turner, 1988) and all tend to seek proximity (Ricard & Allard, 1993). A previous study, using a standardized experimental test, the *Strange Animal Situation*, revealed that different behavioral profiles can emerge when children are confronted with an unfamiliar pet in their home setting: some were confident and went straight to the pet; others remained at a distance and had an indirect approach; while yet others displayed more careful behaviors or sought their parent's attention before attempting physical contact (Grandgeorge *et al.*, submitted). All children showed major interest but the last profile (*i.e.* attention to parent) was the least represented.

In the present study, we hypothesized that, given the broad spectrum of autistic disorders, different behavioral profiles could arise when children with autism were confronted with an unfamiliar animal. The *Strange Animal Situation* test fulfils the need to enhance the methodological palette (Prothmann *et al.*, 2009) with "close-to-life" experiments presenting live multisensorial stimuli (Klin *et al.*, 2002, 2003). The confrontation with an unfamiliar pet in a standardized situation fulfils these needs and enables comparisons between children with autism and children with typical development.

This study described how children with autism react when confronted with an unfamiliar animal and compared them with matched sample of children with typical development, using a naturalistic standardized setting.

MATERIAL AND METHODS

2.1. Subjects

Observations were recorded between summer 2008 and spring 2009, over 9 months.

2.1.1 Human participants

Participants were 86 French children. The children with autism (CAD; $n=27$ boys) were recruited from the “Centre de Ressources sur l’Autisme de Bretagne”, Bohars, France. They were matched for age with children with typical development (CTD; $n=59$; 32 girls and 27 boys; all between 6 and 12 years old; average age in years \pm SD: typical development: 9.4 ± 2.1 ; autism: 9.6 ± 1.8 ; Mann Whitney test, $n_1=59$ $n_2=27$ $U=1177.5$ $p=0.981$). The CTD attended school regularly; none met any diagnostic criterion for autism or other pervasive developmental disorders.

Behavioral assessments were performed using the Autism Diagnostic Interview–Revised (Lord *et al.*, 1994). The ADI-R, an extensive, semi-structured parental interview, was conducted by independent psychiatrists. The ADI-R scale assessed the three major domains of autistic impairments: reciprocal social interactions, verbal and non-verbal communication, stereotyped behaviors and restricted interests. The presence of verbal language is defined as the daily, functional and comprehensible use of spontaneous phrases of at least three words including at least sometimes, a verb. Based on direct clinical observation of the child by independent child psychiatrists, a diagnosis of autistic disorders was made in accordance with the criteria of DSM-IV (APA, 1994) as well as ICD-10 (WHO, 1994) and was confirmed by the ADI-R ratings.

The children came from different family backgrounds, had their own characteristics and their own experience with pets. This information was obtained from a parental questionnaire (see below; table 1 for details). All children were accompanied by one of their parents during the test. The parents gave their written consent to allow us to film the child.

Table 1: Characteristics of the children's sample (n=86).

		Typical development		Autistic disorders
		Girls (n=32)	Boys (n=27)	Boys (n=27)
Age	<i>6-to-9 years old</i>	15	16	15
	<i>10-to-12 years old</i>	17	11	12
Current pet ownership	<i>Yes</i>	20	16	19
	<i>No</i>	12	11	8
Pet ownership at birth	<i>Yes</i>	7	12	13
	<i>No</i>	25	15	14
Privileged relationship with own pet	<i>Yes</i>	18	15	10
	<i>No</i>	14	12	17
Language used	<i>Yes</i>	27	27	20
	<i>No</i>	0	0	7
Live environment	<i>Rural environment</i>	13	15	19
	<i>Urban environment</i>	19	12	8
Residence	<i>Home</i>	16	18	24
	<i>Flat</i>	16	9	3
Family composition	<i>Two-parents families</i>	25	19	23
	<i>Single-parent families</i>	7	8	4
Siblings	<i>Elders</i>	14	15	14
	<i>No elders</i>	18	13	13
	<i>Only child</i>	5	1	14
	<i>Not only child</i>	27	26	13
Interest for animals	<i>Strong interest</i>	23	11	8
	<i>Middle interest</i>	8	11	5
	<i>Little interest</i>	1	3	6
	<i>Indifference</i>	0	1	5
	<i>Fear</i>	0	1	3

2.1.2 Pet subjects

Brown-long-coat and non-parturient adult female guinea pigs (*Cavia porcellus*) were used (see Grandgeorge *et al.*, submitted for details). They had been purchased at an early age (around 8-week-old) from a pet shop and were raised in a family setting until the experiment began. The pet was handled daily (at least 30 minutes per day, every day) and lived alone in its cage. This training was maintained during the experimentation period. Regular and gentle handling has been shown to have positive effects on other rodents (e.g. rats, Thompson & Lippman, 1975). Only healthy and non-aggressive animals were retained; four females fulfilled these requirements and participated in this experiment. To avoid potential stress or weariness, each guinea pig was submitted to a maximum of three experimental sessions per day ($\bar{X} = 1.6 \text{ experiments} \pm 0.8 \text{ experiments}$).

2.2. Experimental design

2.2.1. Parental questionnaire

The parents had to complete a short standardized questionnaire about pets and their children as well as family characteristics (e.g. siblings, living conditions; table 1 for details). Questions also concerned the presence (or absence) of pets in the family home when the child was born and at time of the experiment (*i.e.* species as well as whether a privileged relationship was established between child and pet according to parents). Moreover, the parents gave information about problems that their child could have with other animals, outside activities with animals (e.g. horse riding) and the general interest that their child had for animals (5-point-Likert scale: strong interest, middle interest, restricted interest, indifference, fear).

2.2.2. Equipment

The pet device included a standard cage (70 x 40 x 20 cm), cleaned before each experimental session. To facilitate interactions, the pet's shelter and the cage top were removed. The cage floor was covered with sawdust. Water and food (commercial pellets and hay) were provided *at libitum*. Both the pet's and the child's behaviors were recorded using two video cameras, one mounted on a tripod and facing the cage (focusing on the pet's behavior) and the second one carried by the observer (focusing on the child's behaviors).

2.2.3. Experimental settings and data recording

Before setting up the experiment equipment, the observer instructed the child and his/her parent (*i.e.* mother or father present during the experiment, $n_m=78$ and $n_f=10$ respectively) as follows:

- The child: during the experimental session, he/she was free to interact (or not) with the unfamiliar pet. He/she could behave as he/she wanted. We made it clear that no behavior was considered either right or wrong.
- The parent: all during the experiment, he/she was asked to sit away from the cage, not to reply to the child, to stay neutral (e.g. no encouragements, no smiles) and silent (e.g. no replies to the child's questions). The mother was usually the parent present during the experiment, except for single father families or when the mother was temporary absent. The parents of children with autism had to confirm that their children had heard/understood the instructions.

After giving the instructions, the equipment (*i.e.* the opened cage with the pet and the fixed camera near the cage to film the pet) was installed by the observer in the living room at least 2 meters (minimal distance) from the entrance. When all the equipment was installed, the observer then asked the child and the parent to come into the room. As soon as they entered, the observer switched on both cameras (she carried the second one to be able to follow the child). The 15-minutes session started as soon as both child and parent entered the room.

During the experiment, the pet was in the open cage placed on a low table (height: $55\text{ cm} \pm 15\text{ cm}$). The observer remained neutral and silent in an unobtrusive place in the room, moved only if data loss would otherwise be important (*e.g.* child with his/her back to the observer) and stopped the experiment after 15 minutes or when the interaction became too “intense” (mostly rough handling of the guinea pig).

All tests were performed by the same experimenter (MG, female, blond hair). We discarded data concerning children who were encouraged by their parent when entering the experimental room.

2.3. Data collection and analyses

2.3.1. Data analyses

Data analyses were based on the 15-minutes video-recordings. Only the child's behaviors are considered here. All guinea pigs behaved in a friendly/fearless way (in preparation). We focused on latency of approach (time in seconds between entering the room and arriving near the cage - less than 20 cm away) and on latency of first touch (time in seconds between entering the room and first tactile contact with the pet) as defined by Grandgeorge *et al* (submitted). We established a time threshold to validate establishment of physical contact. First, all latencies of first touch were recorded. Second, we used the Tri-median method for each group (children with typical development and children with autism) to exclude extreme children (*i.e.* 25%), that was those who touched the pet after the greatest latency (Martinez, 2002). Thus, the analysis of an observation was stopped when the child touched the pet or after 20 seconds (for CTD) or 37 seconds (for CAD). Apart from latencies, we chose an easy and simple scoring method by using incidences: number of participants who performed a given behavior at least one (Ricard & Allard, 1993). The following behavioral items were observed (target is specified when useful):

a. Vocal and verbal interactions

- Talking to: talking to the pet or a person (*i.e.* observer or parent) using the pronoun you or similar words (*e.g.* "you are so cute", "mum, look").
- Talking about the pet: talking about the pet to describe it (*e.g.* "it is so cute").
- Yelling: emitting shouts that expressed, for instance, excitement (*e.g.* "ooh, ahh, waou...") when discovering the pet.
- Pointing: using the forefinger to obtain a desired object or to share attention/interest about an event with others (Bates *et al.*, 1975).

b. Visual / facial interactions

- Looking at: gazing at the person/object concerned (*i.e.* parent, observer, pet or environment). Looking was frequently associated with vocalizations or smiling, but since we wished to maximize independence of measures, "looking" was only recorded when it occurred independently of other social behaviors (Lamb, 1975).

- Looking at the pet indirectly: looking at the pet through the fixed camera.
- Smiling: facial expression when the brows are not drawn together and the corners of the mouth are retracted and raised (Brannigan & Humphries, 1972).
- Going straight to the pet: walking towards the cage in a straight line without stopping or slowing down.

c. Tactile interactions

- Touching parent: establishing physical contact with his/her parent.
- Head in cage: putting his/her head into the cage.
- Hesitating on reaching the pet: stopping or moving back his/her hand before making physical contact with the pet.
- Touching the pet: establishing physical contact with the pet.
- Quality of the first touch: touch - putting one or more fingers or hand on the pet without moving it - or pet – moving his/her hand or fingers over the pet's body.
- First hand used: first hand used by child to touch the pet (*i.e.* left or right).

d. Interest in unfamiliar objects

- Interest in camera on tripod: observing and touching the camera.
- Interest in unfamiliar objects: observing and touching objects belonging to the cage (*e.g.* water, lid and grid).

e. Others behaviors

- Self-centered gestures: displaying behaviors centred on his/herself produced once more (*e.g.* touch hair).
- Motor stereotypy: displaying repeated, relatively invariable sequences of movements that have no obvious purpose (LaGrow & Repp, 1984).
- Verbal stereotypy: emitting repeated, relatively invariable sequences of sounds, words or sentences that have no communicative function (LaGrow & Repp, 1984).

- Television interest: turning on and watching television.
- Object manipulation: taking an object and manipulating it (*e.g.* toy).
- Going out: leaving the room.

The rater had experience in coding human-animal interactions. To calculate reliability, an additional rater coded 25% of the video recordings who were randomly chosen and evaluated according to the coding standards developed for this study. The degree of correlation between two raters was established by calculating Cohen's Kappa. Our reliability was excellent (0.93; Landis & Koch 1977).

2.3.2. Statistical analyses

Data were analyzed using Minitab 15© and Gtabm© (Quris, 1989) software. The accepted P level was 0.05. Data collected were binary variables (presence/absence) and time (latency to approach and to touch the pet, in seconds). As our data were not normally distributed, we used nonparametric statistical tests (Siegel & Castellan, 2003). The analyses were conducted in three steps. First, a cluster analysis based on Ward's procedure revealed children's behavioral profiles (technical description in Grandgeorge *et al.*, submitted). As the study focus was not gender differences (in preparation), we pooled the data of the CTD before analyzing the behavioral profiles. Fisher and Mann Whitney tests determined whether two profiles differed according to children's characteristics (*e.g.* pet ownership; table 1). Second, for each group of children, Chi-square one-sampled tests compared the proportions of children displaying each behavior to establish a general pattern of encounter with an unfamiliar pet. Fisher tests estimated intergroup variability. Third, we investigated the effects of different factors (*e.g.* pet ownership; table 1) on each behavioral variable (*e.g.* smiling/not smiling...). Mann-Whitney U tests compared each behavioral variable (*e.g.* presence/absence of behavior) in relation to children's age as well as between two independent groups (*e.g.* pet ownership), for both first tactile contact and approach latencies.

RESULTS

Most of the children approached the pet, whether they were children with typical development (CTD; percentage of children who approached, $\bar{X} \pm SD$ in seconds, min – max ; girls: 93.75%, 6.4±2.9, 2-17; boys: 88.9%, 6.4±2.7, 2-17) or children with autism (CAD; 74%, 8.7±4.7, 4-20). Only a third of the CAD touched the pet (37%, 17.5±11.3, 6-37) whereas most CTD touched it (girls: 75%, 8.9±2.8, 4-17; boys: 74%, 9.5±3.6, 5-19). The CDT tended to approach and to touch the pet faster than did the CAD (Mann Whitney tests: $n_1=59$ $n_2=27$; $U=975.5$ $p=0.072$; $U=399$ $p=0.006$ respectively).

3.1. Behavioral profiles

The behavioral profiles that clearly emerged were analyzed separately for each group (*i.e.* girls, boys, autism). Although some children belonged to same family, we did not find a "family effect" (*i.e.* all children of one family did not present the same profile; binomial test $p=0.12$).

Previously (Grandgeorge *et al.*, submitted), four profiles of CTD has been described: **confident** (*i.e.* going straight to the pet and touching it), **anxious** (*i.e.* looking at parent), **indirect** (*i.e.* hesitating and touching) or **careful** (*i.e.* vocal and verbal behaviors). Boys and girls were distributed equally amongst these profiles.

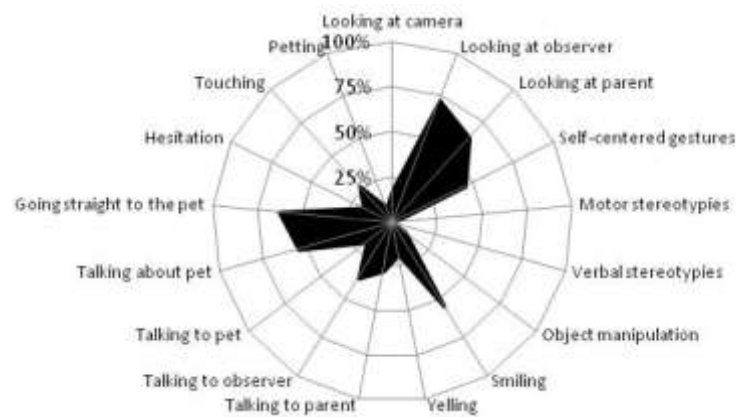
A cluster analysis revealed three behavioral profiles for the CAD (Fig 1). **The most frequent profile** ($n=11$; Fig 1a) included CAD that presented "towards humans" behaviors, such as looking at his/her parent or at the observer (72.5% and 63.6% respectively) as well as talking to them (27.3% and 36.4% respectively). Although most of them smiled at first at the pet (66.7% and 33.3% at the parent) and went directly to the pet (63.6%), few of them touched it (27.3%). Latency for the first tactile contact was $30 \text{ s} \pm 12.1 \text{ s}$ ($n=3$). Most CAD in this profile lived in rural areas (90.9% *versus* 56.3% in the other profiles; Fisher tests $p=0.063$) and owned a pet (90.9% *versus* 56.3% in the other profiles; Fisher tests $p=0.063$). The proportion of elders in the family tended to be higher in this profile than in the other profiles (72.7% *versus* 37.5%; Fisher test $p=0.079$). According to these data and as behaviors directed more towards humans than towards the pet, the profile of this group was called "**human directed**".

The second profile (n=9; Fig 1b) corresponded to expression of "autistic" behaviors such as verbal and motor stereotypies (44.4% and 77.8% respectively), object manipulation (77.8%) and self-centred gestures (22.2%). Moreover, most CAD looked at the observer (88.9%) and at their parent (44.4%). None of them touched the pet. The proportion of elders was lower in this group than in the other groups (22.2% *versus* 75%; Fisher test $p=0.037$). All the CAD who belonged to this group lived in flats (100% *versus* 0%, Fisher test $p=0.029$). Fewer of them were pet owners compared to the CAD in other groups (44.4% *versus* 83.3%; Fisher test $p=0.05$) and none of them had developed a privileged relationship with a pet (0% *versus* 55.6%; Fisher test $p=0.005$). Moreover none had had previously any problems with a pet (0% *versus* 44.4%; Fisher test $p=0.02$). Most of the children in this group were frequently reported to be afraid of, or indifferent to, animals in general (55.6% *versus* 16.7%; Fisher test $p=0.05$). According to these data and to their "autistic" behaviors displayed, the profile of this group was called "*self-centred*".

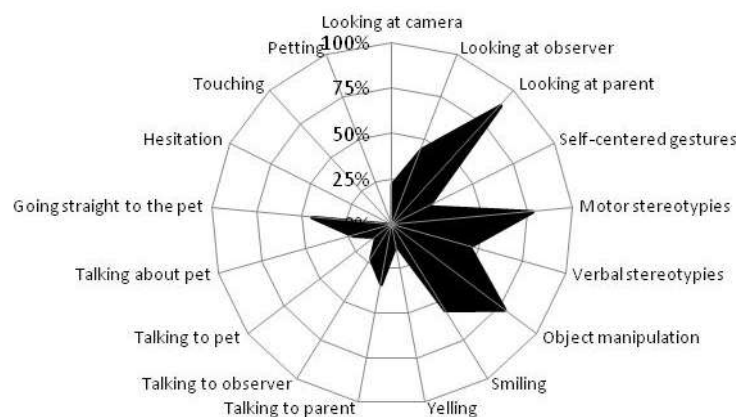
The third profile included less CAD (n=7; Fig 1c) and corresponded to "confident" behaviors similar to those observed in CTD. Most of these CAD went straight to the pet (85.7%), touched it (100%) and petted it (85.7%) without hesitation. They showed little interest in humans (*i.e.* parent or observer) and no "autistic" behavior. Half of the CAD talked about the pet (57.1%) and most of them smiled (71.4%). The CAD in this group tended to be the quickest to touch the pet ($\bar{X} \pm SD$ in s; third profile: 13.0 ± 6.4 ; others profiles: 30 ± 12.1 ; Mann Whitney test; $n_1=7$ $n_2=3$, $U=30$ $p=0.068$). They were not significantly the oldest ($\bar{X} \pm SD$ in years; third profile: 10.2 ± 1.3 ; other profiles: 9.3 ± 1.9 ; $n_1=7$, $n_2=3$, $U=121.5$ $p=0.203$) but a majority were between 10 and 12 years old (71.4%). All lived in houses and most of them had siblings (85.7%). A majority of them had at least one pet (71.4%), and they had developed a privileged relation with their pets (71.4 % *versus* 25%; Fisher test $p=0.043$). Lastly, they were all reported as having a strong or middle interest in animals (100% *versus* 30%; Fisher test $p=0.002$). According to these data and to the "confident" behaviors displayed, the profile of this group was called "*confident*".

No difference were found between the three profiles concerning language abilities (all Fisher tests $p>0.05$).

A: Human directed profile



B: Self-centred profile



C: Confident profile

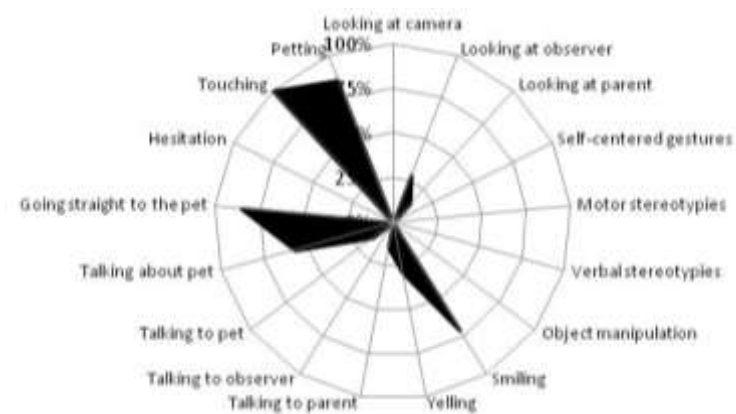


Fig 1: Behavioural profiles of children with autism when encountering an unfamiliar guinea pig. Radar plots represent (A) human directed profile (n=11), (B) self centred profile (n=9), and (C) confident profile (n=7) obtained after a cluster analysis (Quris, 1989). Each radius represents one single behavior (percent of children that expressed this behaviour).

3.2. Comparisons between children with autism and children with typical development

Data for the most frequent behaviors (displayed by at least three children) were pooled for each group to yield a global representation (Fig. 2).

When the children entered in the room, their first gaze was - for most of them whatever their gender or their diagnosis - directed towards the pet (66.7% of the CAD, 68.75% of the girls, 74% of the boys; all Chi square tests $p < 0.05$). None of them glanced first at their parent although more CAD (37%) looked at their parent than CTD (Fisher tests; *versus* 12.5% of the girls $p = 0.028$, *versus* 12.5% of the boys $p = 0.027$). A similar pattern was observed for glances towards the observer. The CAD looked more at her (63%) than did the CTD (Fisher tests; *versus* 18.75% of the girls $p < 0.001$, *versus* 22.7% of the boys $p = 0.001$). In addition, the CAD looked more at the fixed camera (14.8%) than did the girls with typical development (Fisher tests; *versus* no girl $p = 0.039$, *versus* 7.4% of the boys $p > 0.05$).

More of the CTD went directly to the cage (Chi square tests; 75% of the girls: $X^2 = 8$, $p = 0.005$; 70.4% of the boys: $X^2 = 4.48$, $p = 0.034$) whereas only about half of the CAD did (Chi square test; 63%: $X^2 = 1.81$, $p = 0.178$). Few CAD touched the pet (37% in 38 s, $X^2 = 1.81$, $p = 0.178$) whereas most CTD did (71.2% in 20 s, $X^2 = 10.59$, $p = 0.001$). This indicated that the CAD were less prone to establish tactile contact with an unfamiliar pet than were the CTD (Fisher tests; *versus* 75% of the girls $p = 0.004$, *versus* 66.7% of the boys $p = 0.028$). Only the girls with typical development petted rather than simply touched the pet during their first tactile contact (Chi square tests; 70% of the CAD : $X^2 = 1.6$, $p = 0.206$; 75% of the girls: $X^2 = 6$, $p = 0.014$; 72.2% of the boys: $X^2 = 3.56$, $p = 0.059$) and used their right hand preferentially (Chi square tests; 50% of the CAD: $X^2 = 0$, $p > 0.999$; 79.2% of the girls: $X^2 = 8.17$, $p = 0.004$; 38.9% of the boys: $X^2 = 0.89$, $p = 0.346$). Most children - whatever their gender or their diagnosis - did not hesitate when touching the pet (Chi square tests; 90% of the CAD: $X^2 = 6.4$, $p = 0.011$; 81.25% of the girls: $X^2 = 6$, $p = 0.014$; 94.4% of the boys: $X^2 = 14.22$, $p < 0.001$).

More of the girls with typical development (93.75%) smiled than did the CAD (*versus* 63%; Fisher tests $p = 0.002$) or the boys with typical development (*versus* 70.4%; Fisher tests $p = 0.02$). The pet was the preferred target for the first smile (Chi square tests; 76.5% of the CAD: $X^2 = 14.24$, $p = 0.001$; 55.7% of the girls: $X^2 = 9.8$, $p = 0.007$; 63.2% of the boys: $X^2 = 15.32$, $p = 0.002$). A third of girls with typical development (33.3%) smiled when they entered the room whereas few boys with typical development (*versus* 15.8%; Fisher tests $p = 0.059$) and none of the CAD did (*versus* 0%; Fisher tests $p = 0.006$).

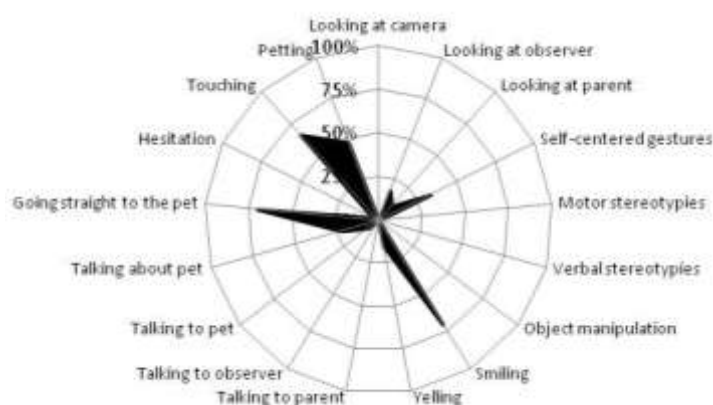
Little vocal and verbal behaviors were recorded. The girls with typical development yelled more than did the CAD (43.75% *versus* 18.5%, Fisher test $p=0.036$). More CAD (44.4%) tended to talk about the pet than did the boys with typical development (Fisher tests; *versus* 52.4% of the girls $p>0.05$, *versus* 28.6% of the boys $p=0.07$). Most of the children - whatever the gender or diagnosis - did not talk to the pet (Chi square tests; 14.8% of the CAD: $X^2=13.37$, $p<0.001$; 18.5% of the girls: $X^2=15.13$, $p<0.001$; 7.4% of the boys: $X^2=19.59$, $p<0.001$). However, some CAD talked to humans (22.2% to the observer, 25.9% to the parent), whereas none of the CTD did (all Fisher tests $p<0.01$).

Before the first tactile contact, other non-social behaviors were observed. First, few children were interested in unfamiliar objects (7.4% of the CAD, 3.1% of the girls, no boy; all Chi square tests $p<0.05$). On the one hand, less CAD (25.9%) displayed self-centred gestures compared to the girls with typical development (Fisher tests; *versus* 68.75% of the girls $p=0.001$, *versus* 33.3% of the boys $p>0.05$). On the other hand, only CAD displayed motor and verbal stereotypies (25.9% and 14.8% respectively). Moreover, only CAD were observed putting their head into the cage (11%). Lastly, some behavioral items were presented only by CAD: object manipulation (29.6%), interest in television (7.4%) and in the fixed camera (7.4%), going out the room (7.4%), pointing to (7.4%) and touching the parent (3.6%).

A: Girls with typical development



B: Boys with typical development



C: Boys with autism



Fig. 2: Global behavioural profiles of (A) girls with typical development, (B) boys with typical development and (C) boys with autism when encountering an unfamiliar guinea pig. Each radius represents one behavior (percent of children that expressed this behaviour).

3.3. The effects of different factors

Agreeing with previous observations (Grandgeorge *et al.*, submitted), we observed interindividual variations and the effects of different factors on their behavioral expression were investigated. Only the statistically significant effects are reported here, which implies that the factor considered was not found to influence other aspects.

Chronological age

Children's age influenced many differences. Most children, both girls with typical development ($\bar{X} \pm \text{SD}$ in years; girls *who went directly*: 10.2 ± 1.9 ; girls *who did not go directly*: 8.3 ± 1.9 ; Mann Whitney test, $n_1=8$, $n_2=24$, $U=81.5$, $p=0.029$) and the CAD ($\bar{X} \pm \text{SD}$ in years; the CAD *who went directly*: 10.3 ± 1.7 ; the CAD *who did not go directly*: 8.3 ± 1.2 ; Mann Whitney test, $n_1=17$, $n_2=10$, $U=85.5$, $p=0.007$) who went directly to the pet were older. Most children, both boys with typical development ($\bar{X} \pm \text{SD}$ in years; boys *who looked at their parent*: 6.7 ± 0.7 ; boys *who did not look at their parent*: 9.4 ± 2.0 ; Mann Whitney test, $n_1=3$, $n_2=24$, $U=364$, $p=0.034$) and the CAD ($\bar{X} \pm \text{SD}$ in years; the CAD *who looked at the observer*: 9 ± 1.7 ; the CAD *did not look at the observer*: 10.5 ± 1.7 ; Mann Whitney test, $n_1=10$, $n_2=17$, $U=178.5$, $p=0.056$) who looked at humans before touching the pet were younger.

Some differences were only seen in the CAD. On the one hand, the CAD who touched the pet tended to be older than those who did not ($\bar{X} \pm \text{SD}$ in years; the CAD *who touched*: 10.2 ± 1.1 ; the CAD *who did not touch*: 9.2 ± 2.0 ; Mann Whitney test, $n_1=10$, $n_2=17$, $U=176.5$, $p=0.07$). On the other hand, those who talked to the observer and to their parent were younger than those who did not ($\bar{X} \pm \text{SD}$ in years; the CAD *who talked to the observer*: 8.3 ± 1.6 ; the CAD *who did not talk to the observer*: 9.9 ± 1.7 ; Mann Whitney test, $n_1=6$, $n_2=21$, $U=327$, $p=0.058$; the CAD *who talked to their parent*: 8.3 ± 1.3 ; the CAD *who did not talk to their parent*: 10 ± 1.8 ; Mann Whitney test, $n_1=7$, $n_2=20$, $U=319$, $p=0.033$). Lastly, the CAD who displayed verbal stereotypies were younger than those who did not ($\bar{X} \pm \text{SD}$ in years; the CAD *who displayed*: 7.7 ± 0.9 ; the CAD *who did not displayed*: 9.9 ± 1.7 ; Mann Whitney test, $n_1=4$, $n_2=23$, $U=353$, $p=0.037$).

Pet ownership

Surprisingly, few differences - only for girls with typical development - appeared according to whether or not the children's family owned a pet. Yells were emitted mostly by girls who had

had pets since their birth (42.9% *versus* 5.6%; Fisher tests, $p=0.017$) or who had one currently (85.7% *versus* 44.4%, Fisher tests; $p = 0.02$). All the girls who did not touch the pet were pet owners (100% *versus* 50%, Fisher test $p=0.012$). Lastly, all the pet owner girls used more their right hand to touch the pet (100% *versus* 58.3%, Fisher test $p=0.019$).

However, having a privileged relationship with one's own pets had some influence: more boys with typical development, who had a privileged relationship with their own pets, preferred to pet rather than simply touch the unfamiliar pet during their first tactile contact (90.9% *versus* 42.9%, Fisher test $p=0.047$). More CAD who had a privileged relationship with their own pets did not look at the observer (60% *versus* 23.5%, Fisher test $p=0.01$), touched the pet (70% *versus* 23.5%, Fisher test $p=0.01$) and did not display motor stereotypies (0% *versus* 41.2%, Fisher test $p=0.02$) compared to the other CAD.

General interest in animals

Few differences emerged related to general interest in animals reported by the parents of CTD - none for the girls - whereas many differences that emerged among the CAD could be related to their general interest in animals reported by their parents. More boys with typical development who had a *strong/middle interest* touched the pet than did the other boys (94.4% *versus* 55.6%, Fisher test $p=0.03$). The CAD who had a *strong/middle interest* did not look at the observer (76.5% *versus* 10%; Fisher test $p=0.001$) and all tended to prefer to pet rather than to simply touch the pet during their first tactile contact (100% *versus* 33.3%; Fisher test $p=0.067$) compared to the other CAD. The CAD showing *fear/indifference* tended to look at the fixed camera (75% *versus* 21.7%; Fisher test $p=0.065$) and did not touch the pet (47.1% *versus* 0%; Fisher test $p=0.011$) compared to the other CAD.

Life style

On the one hand, the boys with typical development who lived in rural areas petted the pet rather than simply touched it compared to the urban boys (100% *versus* 37.5%; Fisher test $p=0.007$). On the other hand, more boys with typical development who lived in flats, simply touched the pet rather than petted it compared to the ones who lived in houses (57.1% *versus* 9.1%; Fisher test $p=0.047$). No differences could be evidenced for the girls with typical development and the CAD (all Fisher tests $p>0.05$).

Family structure

Looking first at the pet was observed more for the girls with typical development who lived in *biparental family* (80% *versus* 28.6%, Fisher test $p=0.019$) with siblings (77.8% *versus* 20%, Fisher test, $p=0.024$).

The boys with typical development who lived in a *single parent family* rarely smiled (62.5% *versus* 15.8%, Fisher test $p=0.027$). The boys with typical development who were the elders in their family went straight to the pet more often (92.3% *versus* 50%, Fisher test $p=0.021$).

Object manipulation tended to be more observed for the CAD who lived in a *single parent family* (75% *versus* 21.7%, Fisher test $p=0.065$). All the CAD without a sibling looked at the fixed camera (100% *versus* 0%, Fisher test $p=0.029$) and left the room (100% *versus* 0%, Fisher test $p=0.029$). The CAD who were not the elders in their family displayed more motor stereotypies than did those who were elders (46.1% *versus* 7.1%; Fisher test $p=0.029$).

DISCUSSION

An experimental setting in the home environment, the *Strange Animal Situation*, made it possible for us to evidence clear differences in the behavioral personality profiles of children with autism and with typical development when faced with an unfamiliar pet. Children with autism could be allotted to three different profiles: human-directed, self-centred and confident profiles - only their last profile was similar to a profile defined for children with typical development, suggesting that an autistic spectrum is in continuity with typical behavior (Wing & Gould, 1979; Fisch, 2005). Our results however confirm the existence of behavioral differences between children with autism and with typical development. Behavioral profiles are influenced by different environmental factors, but differently in children with autism or with typical development. This study constitutes, to our knowledge, the first clear description of how children with autism react when confronted with an unfamiliar animal and the first direct comparison between children with autism and children with typical development, using a naturalistic but standardized setting.

Clear differences between children with autism and children with typical development were evidenced at a general level. Less children with autism approached the pet, only a third of

them touched it and then only after a longer latency than did children with typical development (two thirds of them touched the pet). Whereas more children with autism smiled at the pet, fewer of them went directly to its cage. Only the children with autism had their attention easily attracted to other environmental cues such as the television, camera, other objects ... and humans. Our most striking and perhaps surprising finding was that, whereas most children with autism looked at their parent or at the observer and talked to them (about the pet or other topics), the children with typical development never did, as if the presence of the pet either (1) did not attract their attention as strongly as it did children with typical development (Grandgeorge *et al.*, submitted), or (2) brought them closer to humans, an intriguing and seemingly unexplored issue.

Another interesting aspect is that more than 10 percent of the children with autism put their head into the cage that is, brought their head in close contact with the pet. This behavior was never performed by children with typical development and can induce adverse reactions by the pet (in preparation).

Furthermore, the children with autism, like the children with typical development, differed to the point that three different behavioral profiles emerged. The less frequent, the confident profile includes children who went straight to the pet, touched it and paid little attention to their parent or to the observer. Most of these children lived in a house, with siblings and with pets. Both experience and family context could explain these interesting results. More notable is the finding that children with autism who had a privileged relationship with a pet at home were in this category, despite the fact that the species of the experimental pet differed from that of their own pet (mostly dog or cat). This suggests capacities to generalize an "animal category" which is interesting in terms of cognitive abilities (see also Ricard & Allard 1993 for children with typical development).

Most children with autism however had a "human-directed" profile as they tended to look at the adults present, to talk to them and not touch the pet. This is especially interesting as children with autism are generally reported to be reluctant to interact with humans but more "sociable" or attracted towards animals or objects (Redefer & Goodman, 1989; Celani, 2002; Prothmann *et al.*, 2009). It would be interesting to find out whether this reflects a lack of interest or of a feeling of belonging to humans, in which case strategies could be developed to further counteract this tendency. These children tended to live in a rural area, to have animals

and be the elders in their family. Therefore, they may lack the possibility to copy older siblings.

Finally, children in the third group presented many self-centred gestures, stereotypies and made no physical contact with the pet. Maybe they could fear it or were indifferent to animals. They seemed conscious of the pet's presence but looked at their parent. Therefore, both common and distinct aspects emerged when considering children with autism and children with typical development, confirming form continuity from "normal" to "pathological" conditions. Both genetic and environmental factors appear to influence these findings.

The question of mind reading underlies human-animal relationship studies. As actional agents (Leslie, 1994), pets could be powerful multisensory stimuli with simple repetitive non-verbal behavior easy to decode (Redefer & Goodman, 1989). Contrary to these expectations and to a previous study (Prothmann *et al.*, 2009), some children with autism were not spontaneously attracted by the pet in our Strange Animal Situation. Our results raise questions about the processes involved: could this fact be link (1) to specific alterations related to the autistic disorders (*e.g.* problems of understanding/mind reading, sensorial abnormalities, a lack of social motivation or impaired attention), (2) to interindividual variation associated with a lack of interest in pets, or (3) to the experimental setting. Contrary to Prothmann *et al.*'s (2009) conditions, here no human encouraged the children, and the guinea pig is a more neutral pet than an interactive dog, thus giving the opportunity for the children to express their whole behavioral repertoire. As proposed in animal assisted therapies (Beck & Katcher, 2003), the use of a human mediator could facilitate interactions (in preparation) that some children with autism seemed to request here when they looked at the observer or at their parent.

In conclusion, this study constitutes, to our knowledge, the first clear description of how children with autism react when confronted with an unfamiliar animal and the first direct comparison with children with typical development, using a naturalistic standardized setting. Research on autistic disorders must be conducted in a real-world setting, including living animals, and not only humans and objects, to understand social impairments. We hope this study will generate original lines of research (mind reading of animals, stimulation of social environment especially with pets; application of ethological methods and theory to understand autistic behaviors) and develops keys to improve environmentally based therapies, especially in animal-assisted therapies.

Acknowledgements

We are thankful to Dr. Ann Cloarec for improving the English, to families for their participation and to Fondation Sommer for their support.

REFERENCES

- APA (1994) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Washington.
- Beck, A.M., Katcher, A.H. (2003) Future directions in human-animal bond research. *American Behavioral Scientist* 47, 79-93.
- Brannigan, C., Humphries, D. (1972) Human non-verbal behavior, a means of communication, in: Blurton-Jones, N. (Ed.), *Ethological studies of child behavior*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Celani, G. (2002) Human beings, animals and inanimate objects - What do people with autism like? *Autism* 6, 93-102.
- Davis, B.W., Nattrass, K., O'Brien, S., Patronek, G., MacCollin, M. (2004) Assistance dog placement in the pediatric population: Benefits, risks, and recommendations for future application. *Anthrozoos* 17, 130-145.
- Dawson, G., Melzoff, A.N., Osterling, J., Rinaldi, J., Brown, E. (1998) Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 28, 479-485.
- Fisch, G.S. (2005) Syndromes and Epistemology I: Autistic Spectrum Disorders. *American Journal of Medical Genetics* 135A, 117-119.
- Golinkoff, R.M., Harding, C.G. (1983) The concept of animals: one infant's view. *Infant Behavior and Development* 6, 229-233.
- Grandgeorge, M., Deleau, M., Lemonnier, E., Hausberger, M., submitted. The Strange Animal Situation Test.

- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F. (2003) The enactive mind, or from actions to cognition: lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 358, 345-360.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., Cohen, D. (2002) Defining and quantifying the social phenotype in autism. *American Journal of Psychiatry* 159, 895-908.
- LaGrow, S.J., Repp, A.C. (1984) Stereotypic responding: A review of intervention research. *American Journal of Mental Deficiency* 88, 595–609.
- Lamb, M.E. (1975) Twelve-month-olds and their parents: Interaction in a laboratory playroom. *Developmental psychology* 12, 237-244.
- Landis, J.R., Koch, G. (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33(3): 159–174.
- Leslie, A.M. (1994) ToMM, ToBY, and Agency: Core architecture and domain specificity, in: Hirschfeld, L.A., Gelman, S.A. (Eds.), *Mapping the Mind. Domain Specificity in Cognition and Culture*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 119-148.
- Lord, C., Rutter, M., Le Couteur, A. (1994) Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 24, 659-685.
- Martinez, J.M. (2002) Modeling Methodology: Dimension Reduction and Resampling Methods, in: Dreyfus, G., Martinez, J.M., Samuelides, M., Gordon, M.B., Badran, F., Thiria, S., Hérault, L. (Eds.), *Neural networks*, Eyrolles, pp. 168-175.
- Mertens, C., Turner, D.C. (1988) Experimental analysis of human-cat interactions during first encounters. *Anthrozoos* 2, 83-97.
- Prothmann, A., Ettrich, C., Prothmann, S. (2009) Preference for, and responsiveness to, people, dogs and objects in children with autism. *Anthrozoos* 22, 161-171.
- Quris, R. (1989) GTABM, questionnaire de tableaux multiples, Université de Rennes 1, Station biologique de Paimpont.
- Redefer, L.A., Goodman, J.F. (1989) Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 19, 461-467.

- Ricard, M., Allard, L. (1993) The reaction of 9- to 10-month-old infants to an unfamiliar animal. *The Journal of genetic psychology* 154, 5-16.
- Siegel, S., Castellan, N.J. (2003) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. 2nd ed. McGraw-Hill, New York.
- Thompson, R.W., Lippman, L.G. (1975) The effects of age and postweaning and adult handling habituation on activity and exploration in the rats. *Bulletin of the Psychonomic Society* 5, 285–288.
- WHO (1994) *The composite international diagnostic interview, Version 1.1. Researcher's manual ed.*, Geneva.
- Wing, L., Gould, J. (1979) Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Disorders* 9.

Bien que la *Strange Animal Situation* révèle une continuité comportementale entre les enfants typiques et les enfants avec autisme (*i.e.* enfants au profil confiant), ces derniers diffèrent des enfants typiques dans leurs comportements et leur intérêt envers un animal non familier. En outre, une partie des enfants avec autisme sont plus attirés par le partenaire humain que les enfants typiques.

Ces résultats interrogent quand à la priorisation de l'intérêt présentée par les enfants avec autisme : vers des stimuli animés ou inanimés ? La littérature fait souvent état que les enfants avec autisme présentent peu d'intérêt à autrui (*e.g.* Kanner, 1943) mais plutôt une attraction pour les objets inanimés (*e.g.* Dawson *et al.*, 1998). De même, le syndrome autistique se caractérise aussi par des altérations de l'attention sociale (*e.g.* Goldstein *et al.*, 2001 pour une revue).

Néanmoins, une étude récente amène à reconsidérer la question. En effet, à partir d'un paradigme utilisant des images statiques (pour les détails de l'expérience, voir 1.2.4.), New *et al.* (2010) montrent que les personnes avec autisme présentent une priorisation vers l'animé et des capacités d'attention identiques à celles présentées par les personnes typiques. En outre, les adultes avec autisme sont plus attirés par la catégorie "humain" que les enfants avec autisme. New *et al.* (2010), à l'instar d'autres auteurs (*e.g.* Klin *et al.*, 2002, 2003) recommandent donc l'étude de tels phénomènes dans des contextes *close-to-real-life*, surtout en milieu naturel et utilisant des observations directes. New *et al.* (2010) supposent que ces conditions, par leur complexité, pourraient mettre en avant des altérations non observées dans leur étude.

Notre méthode, la *Strange Animal Situation*, offre une telle opportunité de recherche. En effet, elle se déroule en milieu naturel et surtout habituel (*i.e.* foyer de l'enfant). Les enfants sont en présence de stimuli de différentes natures : animés (*i.e.* humain et animal) ou inanimés (*i.e.* objets), familiers (*e.g.* parent) ou non familier (*e.g.* animal, observateur, matériel observation). Nous avons donc étudié ici l'ensemble de l'observation issue de la *Strange Animal Situation* en nous intéressant aux comportements des enfants typiques et avec autisme, et notamment leurs capacités d'attention. Ce travail a donné lieu à un manuscrit en préparation [*Prioritizing attention in a natural setting. What about the children with autism?*].

Manuscrit en préparation

Manuscript in preparation

Prioritizing attention in a natural setting. What about the children with autism?

Marine Grandgeorge¹, Yannig Bourreau¹, Sylvie Tordjman²,
Eric Lemonnier³, Martine Hausberger¹, Michel Deleau⁴

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552, Ethologie animale et humaine, Rennes, France

² Département de psychiatrie, CHU Guillaume Rénier, Rennes, France

³ Service de Pédiopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, France

⁴ Université Rennes 2, CRPCC, EA 1285, Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, Rennes, France

SYNTHESE DE L'ARTICLE 7

Questions. Pouvons-nous observer des capacités attentionnelles identiques entre des enfants typiques et des enfants avec autisme dans une situation de nouveauté sociale qui inclue un animal, des humains et des objets, stimuli familiers et non familiers ? A l'instar d'une étude sur des stimuli statiques, pouvons-nous observer une priorisation de l'attention vers l'animé pour les enfants avec autisme ?

Méthodes. Nous avons utilisé la *Strange Animal Situation* dans sa totalité (*i.e.* 15 minutes) pour comparer 90 enfants âgés de 6 à 12 ans présentant soit un développement typique soit un syndrome autistique. A l'aide d'une méthode classique d'éthologie (*i.e.* *instantaneous sampling*), nous avons relevé le comportement général de l'enfant, et notamment la direction de son regard et ses comportements dirigés vers les différents stimuli présents (*i.e.* animal, humain et objet). En outre, nous nous sommes intéressés à la partie du corps de l'enfant la plus proche de l'animal et la distance enfant-animal. Nous avons créé deux indexes pour étudier les capacités attentionnelles des enfants (*i.e.* temps passé dans chaque activité et taux de changement d'activité). L'influence de différents facteurs (*e.g.* âge, expérience aux animaux) a aussi été testée.

Résultats. Au cours de l'expérience, les enfants avec autisme expriment une priorisation vers l'animé (*i.e.* animal et humains), à l'instar des enfants typiques. L'intérêt se porte surtout vers l'animal, mais il est inférieur chez les enfants avec autisme. En outre, ils se tournent plus vers les partenaires humains présents (*i.e.* parent et observateur) et passent moins de temps focalisés sur une activité que les enfants typiques. Les comportements exprimés par les enfants avec autisme dépendent de leur âge, de leur niveau langagier, mais aussi des expériences avec leurs propres animaux et les animaux en général.

Conclusions. La priorisation vers l'animé et notamment vers l'humain familier montrée par les enfants avec autisme remettent en question les postulats sur le manque d'intérêt ou de compréhension envers les partenaires humains. Cette question nécessite de plus amples recherches. En outre, notre étude appuie l'idée que pour les enfants avec autisme, les animaux ne sont pas intrinsèquement plus faciles à décoder que les humains. Nous proposons ici une hypothèse alternative : l'expérience aux animaux pourrait faire de l'animal un partenaire attractif et plus facile à comprendre.

ABSTRACT

Autistic disorders are characterized by attention deficits in communication and social interactions, and a lack of interest in people. However, a recent study using static stimuli showed that people with autism prioritized animate (*i.e.* pet and human) stimuli, just like people with typical development. We hypothesized that children with autism would prioritize animate stimuli in a natural setting. We used the *Strange Animal Situation*, a methodological alternative to lab static techniques, to investigate the behavior of *6-to-12-year old* children, either with autism or with typical development (n=90). Our results revealed that the children with autism prioritized animate stimuli as did children with typical development; but that they were less attracted by a pet and displayed less attention focusing than did children with typical development. The behaviour of children with autism may be the result of interplay between their own characteristics and their experience with animals. To conclude, the study of social interactions, beyond ordinary human-human networks and natural settings, is crucial to further our understanding of the social mechanisms and processes involved in autistic disorders.

Key words: autism, ethology, child-pet relationship, attention, prioritization

INTRODUCTION

One crucial aspect of living in a social group is paying attention to others, their interactions and their behavior (Range *et al.*, 2009) relying on typical behaviors (*e.g.* "behavior directed towards", "gaze at"). Thus, attention is a key element in communication, learning to communicate and broadly, in social cognition. It is mediated by neural circuits (*e.g.* *superior temporal sulcus* or STS; Allison *et al.*, 2000) that transfer sensory information about others and transform that information into value signals.

Children involved in social situations are more alert and attentive, and consequently more prone to react and to memorize (Doupe & Kuhl, 1999). Language development in infants is influenced by social cues (Goldstein *et al.*, 2003). Moreover, social attention is strongly linked to perception and could modify it. For example, infants need direct social contacts and interactions to maintain their perceptual abilities to discriminate phonetic units (Kuhl *et al.*, 2003). In addition, selective attention may alter hearing by changing the micromechanical properties of the cochlea (Puel *et al.*, 1988). The importance of social influences during development, especially vocal development, has been evidenced in a variety of species and not only in humans (Kuhl, 2003; Snowdon & Hausberger, 1997). For example, the development of the central auditory area of young songbirds segregated from adults present abnormalities similar to those of socially-deprived animals (Cousillas *et al.*, 2008).

Attentional dysfunction processes observed in people with autistic disorders can be related to a core deficit linked to their communication and their social interaction impairments (APA, 1994). Clinical observations often report a striking lack of interest in - and lack of responsiveness to - people, social interactions and communication behavior (Kanner, 1943). These social deficits are associated with a lack of understanding non-verbal signals, intentions, and mental states of other individuals (Frith & Frith, 1999; Volkmar & Pauls, 2003) as well as attraction to inanimate objects (Dawson *et al.*, 1998). Such alterations in the social sphere are linked to the brain as adults with autism present abnormal cortical voice processing. The STS area is not activated in response to vocal sounds, whereas normal activation patterns are observed in response to non-vocal sounds (Gervais *et al.*, 2004).

Some authors propose that attention impairments may contribute to the profound social disabilities characterizing autistic disorders. For example, one explanation stresses the quality

of early social exchanges. Infants need to shift their attention rapidly between different stimuli when they share their attention with others. However, this ability is altered by autistic disorders (Courchesne *et al.*, 1994). Another explanation focuses on the nature of the stimuli: even though general impairments related to autistic disorders are observed in both attention orienting and shifting, they are more marked for social stimuli (Dawson, 1989). Individuals with autism have difficulty processing and representing complex, variable, and unpredictable social stimuli (*e.g.* facial expressions, speech, gestures; Dawson *et al.*, 1998). Their attention does not seem to be drawn naturally to these stimuli.

Recent research raises questions concerning attention alterations and lack of interest in humans (New *et al.*, 2010). Individuals with autism are able to pay real attention, particularly to human beings. They show the same prioritized social attention to animate categories (*i.e.* human and animal) as participants with typical development. New *et al.* (2010) call for more attention to... attention in addition to perception and cognition in autistic disorders, especially in field work involving clear observations.

Here, we used an ethological approach involving observations in a standardized situation to study the prioritizing displayed by children with autism. First, we focused on social attention (*e.g.* behavior directed towards, gaze at) in a presence of a pet, two humans and objects, either familiar or unfamiliar to the participants. Second, we estimated attention skills by calculating two global indexes estimating "focus on a target" and "shift between targets".

MATERIALS AND METHODS

1. Subjects

Observations were recorded between Summer 2008 and Spring 2009, over 9 months.

1.1. Human participants

Participants were 90 French children between 6 and 12 years old. The children with autism (n=31; 1 girl and 30 boys; mean age: 9.5±1.8 years old; 21 with a verbal language) were

recruited from the “*Centre de Ressources sur l’Autisme de Bretagne*”, Bohars, France: 87.1 % belonged to a biparental family, 83.9% had siblings and 71% lived in a rural area. They were matched by age with children with typical development ($n=59$; 32 girls and 27 boys; mean age: 9.4 ± 2.1 years old; Mann Whitney test, $n_1=31$ $n_2=59$ $U=2695.5$ $p=0.929$): 74.5 % belonged to a biparental family, 89.8% had siblings and 47.5% lived in a rural area. The children with typical development attended school regularly; none met any diagnostic criterion for autistic disorders or other pervasive developmental disorders.

Behavioral assessments were performed using the Autism Diagnostic Interview–Revised (Lord *et al.*, 1994). The ADI-R, an extensive, semi-structured parental interview, was conducted by independent psychiatrists. The ADI-R scale assessed the three major domains of autistic impairments: reciprocal social interactions, verbal and non-verbal communication, stereotyped behaviors and restricted interests. The presence of verbal language is defined as the daily, functional and comprehensible use of spontaneous phrases of at least three words, including, at least sometimes, a verb. Based on direct clinical observation of the child by independent child psychiatrists, a diagnosis of autistic disorders was made according to DSM-IV (APA, 1994) as well as ICD-10 (WHO, 1994) criteria and was confirmed by ADI-R ratings.

A questionnaire first given to the parents yield information about the children and their experience with pets (Table 1). Pet ownership concerned only the current presence of a pet in the child's home. When a pet was present, parents evaluated the child's relationships with it (*i.e.* privileged relationship or not). Moreover, we took into account additional experience with animals, like the practice of an outdoor activity with animals (*e.g.* horse riding) and any problems a child had had with an unfamiliar animal in the past (*e.g.* being bitten; data for all contexts and for all animals were pooled).

Table 1: Experience with pets for children with autism (CAD) and children with typical development (CTD).

	CAD (n=31)	CTD (n=59)
Pet ownership (yes/no)	22/9	35/24
Privileged relationships (yes/no)	11/20	32/27
Outside activity with animals (yes/no)	10/21	15/44
Problem with an unfamiliar animal (yes/no)	9/22	9/50

All children were accompanied by one of their parents during the test. The parents gave their written consent to allow us to film their child.

1.2. Pet subjects

Four brown long-coat and non-parturient adult female guinea pigs (*Cavia porcellus*) were chosen for their particular characteristics (*e.g.* non aggressive, easily transported). This species has proved useful to assess behavioral profiles of children in the presence of an unfamiliar pet (see Grandgeorge *et al.*, submitted, for details). Before their experimental use, the guinea pigs were kept by a family and were handled regularly. To avoid potential stress or weariness, each guinea pig was submitted to a maximum of three experimental sessions per day ($\bar{X}=1.6$ experiments \pm 0.8 experiments).

2. Experimental design

2.1. Equipment

The pet device included a standard cage (70 x 40 x 20 cm), cleaned before each experimental session. To facilitate interactions, the pet's shelter and the cage top were removed. The cage floor was covered with sawdust. Water and food (commercial pellets and hay) were provided *at libitum*. Both the pet's and the child's behavior were recorded using two video cameras, one mounted on a tripod facing the cage (pet's behavior) and the second carried by the observer (child's behavior).

2.2. Experimental setting and data recording

Before setting up the experiment, the observer instructed the child and his/her parent (*i.e.* mother or father present during the experiment, $n_m=80$ and $n_f=10$ respectively) as follows:

- *The child*: during the experimental session, he/she was free to interact (or not) with the unfamiliar pet. He/she could behave as he/she wanted. We made it clear that no behavior was considered either right or wrong.

- *The parent*: he/she was asked to sit away from the cage, not to reply to the child and to stay neutral (*e.g.* no encouragements, no smiles) and silent (*e.g.* no replies to the child's questions) during all the experiment. The mother was usually the parent present during the experiment, except for single father families or when the mother was temporary absent. The parents of children with autistic disorders had to confirm that their children could hear and understand the instructions.

After giving the instructions, the equipment was installed (*i.e.* camera and the open cage placed on a low table; for details, see Grandgeorge *et al.*, submitted). Then, the observer asked the child and the parent to come into the room. As soon as they entered, the observer switched on both cameras. The session started as soon as both child and parent entered the room. During the experiment, the observer remained neutral and silent in an unobtrusive place in the room, moved only if data loss would otherwise be important (*e.g.* child with his/her back to the observer) and stopped the experiment after 15 minutes or when the interaction became too "intense" (mainly rough handling of the guinea pig). All tests were performed by the same experimenter (MG, female, blond hair).

3. Data collection and analyses

3.1. Data collection

The children's behavior was analyzed later by scan sampling the video-recordings at 10s intervals (90 scans per session). Each scan recorded the following behavioral items:

1. *Body part of the child nearest the guinea pig*: face, hand/arm, trunk, back, leg or foot
2. *Direction of the child's eyes*: gaze directed towards the guinea pig, a human being (observer, parent) or an object (either unfamiliar objects - camera, cage - or familiar objects in the room), self-centred (*e.g.* hands). Eye orientation was defined when within 5° of a target.

3. *General behavior* either behavior directed (or attempt) towards a living beings (*i.e.* pet or humans) or non-interactive behavior (see table 2 for details)

Table 2: Definition of behavioral items

Directed behavior	Description
<i>Towards the pet</i>	
Tactile interaction	The child established physical contact with the pet
Vocal interaction	The child talked to the pet
Other interaction	The child interacted via other communication channels with the pet
<i>Towards the parent or the observer</i>	
Success	The child's behavior towards a human partner induced an observable modification in the behavior of the receiver
Attempt	The child's behavior towards a human partner induced no observable modification in the behavior of the receiver
Non-interactive behavior	
Object interest	The child carried an object, with or without manipulating or observing it. Familiar (<i>e.g.</i> toy) and unfamiliar objects (<i>e.g.</i> camera) were separated
Vocal behavior	The child emitted utterances
Locomotor behavior	The child walked or ran about in the room
Stereotypies	The child displayed repeated, relatively invariable sequences of movements or sounds that have no obvious purpose

Moreover, we evaluated child-pet relationships by paying particular attention to spatial distance (*i.e.* evaluated in child's arm length: contact, 0 to $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$ to 1, 1 to $1\frac{1}{2}$, $>1\frac{1}{2}$, out of the room). These observations were performed by one author (YB) blind to the children's diagnosis and the sequence of events during the session. To calculate reliability, another observer (MG) coded 10% of the video recordings chosen randomly, evaluating them according to the coding standards developed for this study. The degree of correlation between these two observers was established by calculating Cohen's Kappa. Our reliability was excellent (0.91; Landis & Koch, 1977). Both observers had previous experience in coding human-animal interactions.

3.2. Data analyses

Scan sampling yielded two types of data: (1) percentages of different behavioral items recorded (*i.e.* general behavior, nearest body part and eye direction) and (2) time (in percentage) spent at different distance classes from the pet (proximity).

As children with autism displayed some attention alterations (Ames & Fletcher-Watson, 2010), we created two indexes to assess attention. Attention skill data were collected by evaluating the degree of (1) activity shifting and (2) activity focusing. The degree of activity shifting was estimated by the percentage of behavioral changes between two consecutive scans (*i.e.* change number/total of 89 scans X 100). The degree of activity focusing was estimated by the percentage of unchanged behaviors between two consecutive scans (*i.e.* number of scans without a behavior change/total of 89 scans X 100).

3.3. Statistical analyses

As our data did not fit a normal distribution, we applied non-parametric statistical tests (Siegel & Castellan, 1988). Significance threshold was $p=0.05$. Mann-Whitney U-tests compared two independent samples (*e.g.* differences between the two groups, factor effects in each group), Wilcoxon tests compared two dependent samples (*e.g.* differences of behaviors in the same group) and Spearman tests evaluated correlations.

RESULTS

1. General behavioral trends

1.1. Pet, human or object

The unfamiliar pet was more attractive for both children with typical development (CTD) and children with autism (CAD) than were humans or objects (all Wilcoxon tests $p<0.001$). Moreover, the unfamiliar pet was more attractive for CTD than for CAD: CTD directed twice

as many behaviors towards the pet ($\bar{X} \pm SD = 58.5 \pm 27.9$ of scans) as did CAD ($\bar{X} \pm SD = 28.8 \pm 35.8$ of scans; Mann–Whitney $U_{(59, 31)} = 485$, $p < 0.001$). A similar difference was evidenced for eye direction: CTD looked twice as frequently at the pet ($\bar{X} \pm SD = 79.7 \pm 19.3$ of scans) as CAD did ($\bar{X} \pm SD = 48.8 \pm 34.5$ of scans; Mann–Whitney $U_{(59, 31)} = 424$, $p < 0.001$). Both groups had, in proportion, the same privileged channel of interaction: the tactile channel (percentage of the "interactive" scans; 83.6% in CAD, 79.7% in CTD).

Child-pet distances also differed between the two groups: CAD were observed more frequently at greater distances from the pet (>1 child's arm; $\bar{X} \pm SD = 73.7 \pm 26.3$ of scans) than were CTD and conversely, CTD were observed more frequently in its proximity ($< \frac{1}{2}$ child's arm; $\bar{X} \pm SD = 76.3 \pm 26.7$ of scans) than were CAD (all Mann–Whitney $U_{(59, 31)}$, $p < 0.001$; Fig. 1). The body part nearest the pet differed between the two groups: CTD privileged arm/hand ($\bar{X} \pm SD = 76.8 \pm 27.3$ of scans), whereas no definite body part emerged for CAD ($\bar{X} \pm SD = 39.1 \pm 37.0$ of scans; Mann–Whitney $U_{(59, 31)} = 383$, $p < 0.001$). CAD had their backs or their trunks closest to the pet approximately four times more frequently ($\bar{X} \pm SD = 8.9 \pm 15.5$ of scans, $\bar{X} \pm SD = 19.5 \pm 23.1$ of scans, respectively) than CTD ($\bar{X} \pm SD = 1.6 \pm 4.9$ of scans, $\bar{X} \pm SD = 5.5 \pm 9.6$ of scans; Mann–Whitney $U_{(59, 31)} = 507.5$, $p < 0.001$ $U_{(59, 31)} = 444$, $p < 0.001$, respectively).

Interestingly, CAD directed behaviors more frequently towards the human beings ($\bar{X} \pm SD = 0.9 \pm 2.1$ of scans) than did CTD ($\bar{X} \pm SD = 0.2 \pm 1.0$ of scans; Mann–Whitney $U_{(31, 59)} = 1589$, $p < 0.01$). A similar difference was evidence for attempts (CAD: $\bar{X} \pm SD = 2.1 \pm 5.2$ of scans, CTD: $\bar{X} \pm SD = 0.4 \pm 1.8$ of scans; Mann–Whitney $U_{(31, 59)} = 1718$, $p < 0.001$). Lastly, CAD were as interested by objects ($\bar{X} \pm SD = 32.5 \pm 35.1$ of scans) as were CTD ($\bar{X} \pm SD = 18.7 \pm 19.0$ of scans; Mann–Whitney $U_{(31, 59)} = 2515.5$, $p = 0.15$).

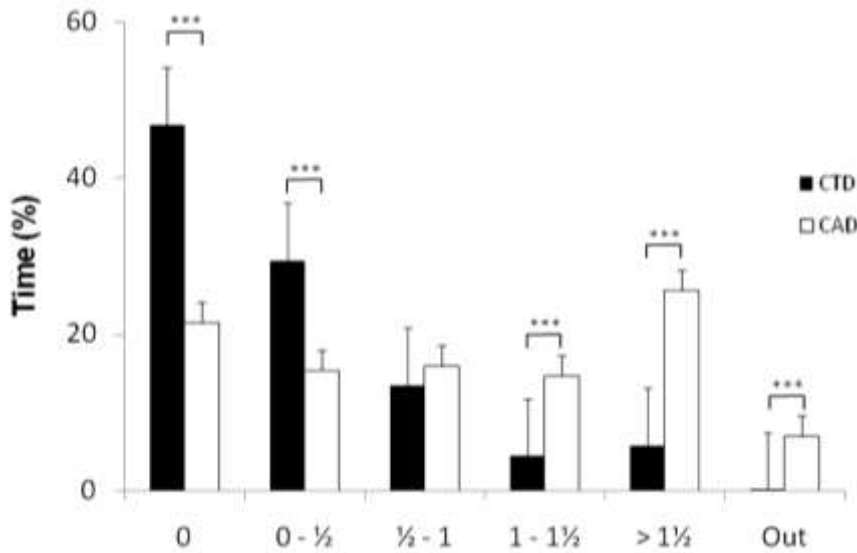


Fig. 1: Mean distance - evaluated in child's arm length in relation to time (in percent) between pet and child (black bars: CTD, children with typical development; white bars: CAD, children with autistic disorders). Level of significance: *** $p < 0.001$ (Mann Whitney U-tests). Out: out of the room.

1.2. Familiar/unfamiliar human being

CAD directed their behavior towards the familiar human more frequently (parent: $\bar{X} \pm SD = 0.9 \pm 2.1$ of scans) than towards the unfamiliar human (observer: $\bar{X} \pm SD = 0.03 \pm 0.2$ of scans; Wilcoxon test, $n=31$, $Z=2$, $p=0.03$; Fig 2A). This difference was not observed for CTD (parent: $\bar{X} \pm SD = 0.1 \pm 1.0$ of scans; observer: $\bar{X} \pm SD = 0.03 \pm 0.2$ of scans; Wilcoxon test, $n=59$, $Z=4$, $p=0.855$; Fig 2A).

Moreover, CAD directed their behaviors more frequently towards their parent (or attempt; parent: $\bar{X} \pm SD = 2.4 \pm 5.6$ of scans) and towards the observer (or attempt; observer: $\bar{X} \pm SD = 0.7 \pm 1.8$ of scans) than did CTD (or attempt; observer: $\bar{X} \pm SD = 0.1 \pm 0.2$ of scans; parent: $\bar{X} \pm SD = 0.1 \pm 1.3$ of scans; both Mann–Whitney $U_{(59, 31)} p < 0.001$; Fig 2A). A similar difference was observed for eye direction: CAD looked more frequently at the human beings (observer: $\bar{X} \pm SD = 3.9 \pm 5.4$ of scans; parent: $\bar{X} \pm SD = 5.0 \pm 5.1$ of scans) than CTD did (observer: $\bar{X} \pm SD = 0.7 \pm 1.3$ of scans; parent: $\bar{X} \pm SD = 1.0 \pm 1.7$ of scans; Mann–Whitney $U_{(59, 31)} p < 0.001$).

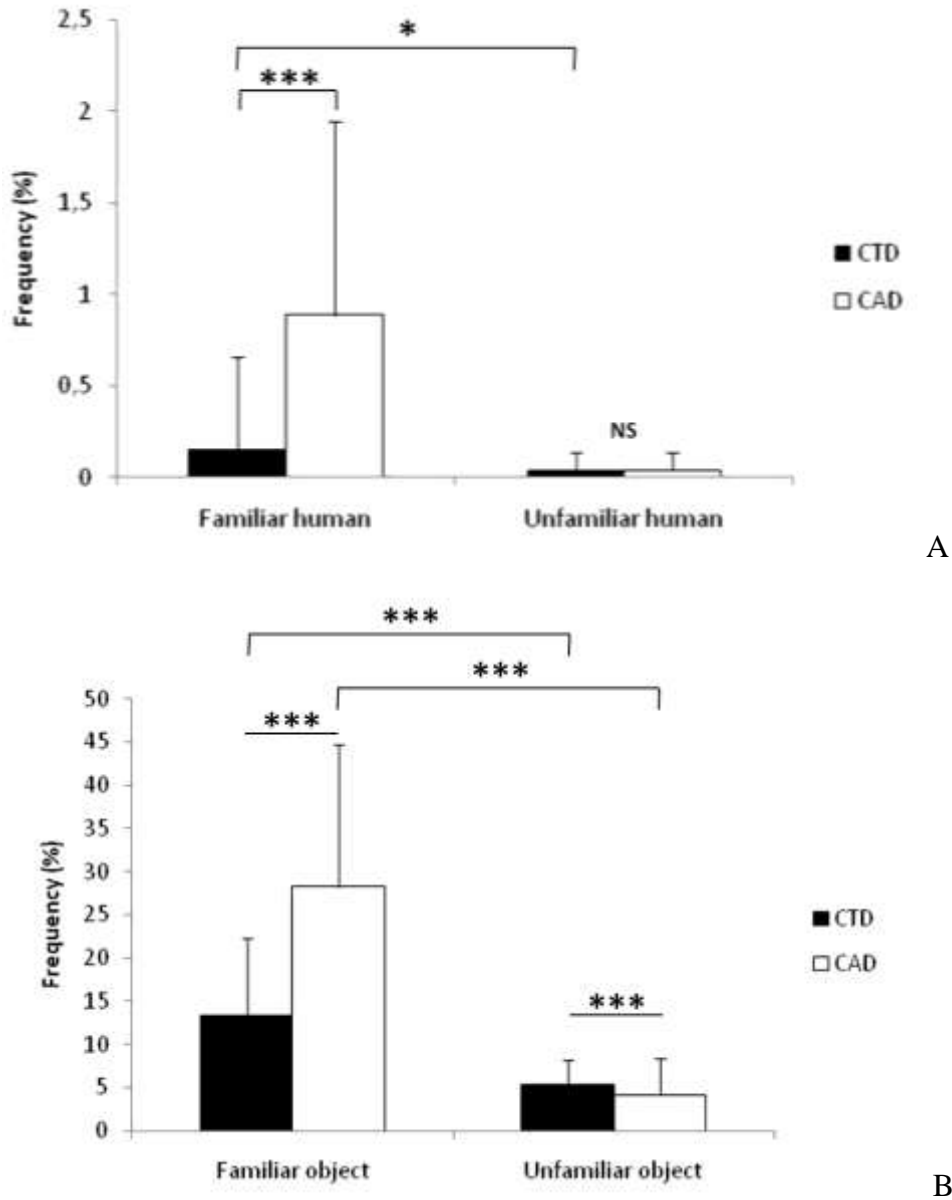


Fig. 2: Direction of behavior (mean occurrence frequency) towards (A) familiar/unfamiliar human beings and (B) familiar/unfamiliar objects. CTD: children with typical development (black bars), CAD: children with autistic disorders (white bars). Level of significance: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, NS: non-significant (Mann Whitney U-tests and Wilcoxon tests).

1.3. Familiar/unfamiliar object

CAD directed their behavior towards familiar objects more frequently ($\bar{X} \pm SD=28.3 \pm 33.0$ of scans) than towards unfamiliar objects ($\bar{X} \pm SD=4.2 \pm 8.5$ of scans; Wilcoxon test, $n=31$, $Z=378$, $p<0.001$; Fig 2B). A similar difference was observed for CTD (familiar objects: $\bar{X} \pm SD=13.4 \pm 17.9$ of scans; unfamiliar objects: $\bar{X} \pm SD=5.4 \pm 5.7$ of scans; Wilcoxon test, $n=59$, $Z=0$, $p<0.001$; Fig 2B). CAD and CTD looked at familiar objects more frequently ($\bar{X} \pm SD=28.9 \pm 22.3$ of scans; $\bar{X} \pm SD=17.0 \pm 17.0$ of scans, respectively) than at the unfamiliar objects ($\bar{X} \pm SD=3.2 \pm 4.2$ of scans; $\bar{X} \pm SD=13.4 \pm 17.9$ of scans; both Wilcoxon tests $p<0.001$). CAD directed their behaviors more frequently towards and looked more frequently at familiar objects than did CTD (both Mann–Whitney $U_{(31, 59)}$, $p<0.001$; Fig 2B). Conversely, CTD neither directed their behavior more frequently towards, nor looked more frequently at unfamiliar objects than did CAD (both Mann–Whitney $U_{(59, 31)}$, $p>0.05$; Fig 2B).

Lastly, CAD displayed stereotypies more frequently ($\bar{X} \pm SD=10.0 \pm 21.6$ of scans) than CTD did ($\bar{X} \pm SD=0.0 \pm 0.1$ of scans; Mann–Whitney $U_{(59, 31)}=2281$, $p<0.001$).

2. Children's attention skills

2.1. Activity shifting

The index of activity shifting of directed behaviors was higher for CTD than for CAD ($37.7\% \pm 17.5\%$ versus $28.5\% \pm 23.3\%$; Mann–Whitney $U_{(59, 31)}=2951$, $p=0.024$; Fig 3A). A similar difference was observed for distance between pet and child: the index of activity shifting of distance to the pet was higher for CTD than for CAD ($32.6\% \pm 14.8\%$ versus $24.7\% \pm 16.4\%$; Mann–Whitney $U_{(59, 31)}=2941.5$, $p=0.029$; Fig 3A). Conversely, the index of activity shifting of gaze direction was higher for CAD than for CTD ($37.7\% \pm 19.3\%$ versus $24.0\% \pm 12.5\%$; Mann–Whitney $U_{(31, 59)}=2284.5$, $p<0.001$; Fig 3A). The index of activity shifting of body part nearest the pet was higher for CAD than for CTD ($24.8\% \pm 14.8\%$ versus $17.6\% \pm 15.5\%$; Mann–Whitney $U_{(31, 59)}=2413$, $p=0.021$; Fig 3A).

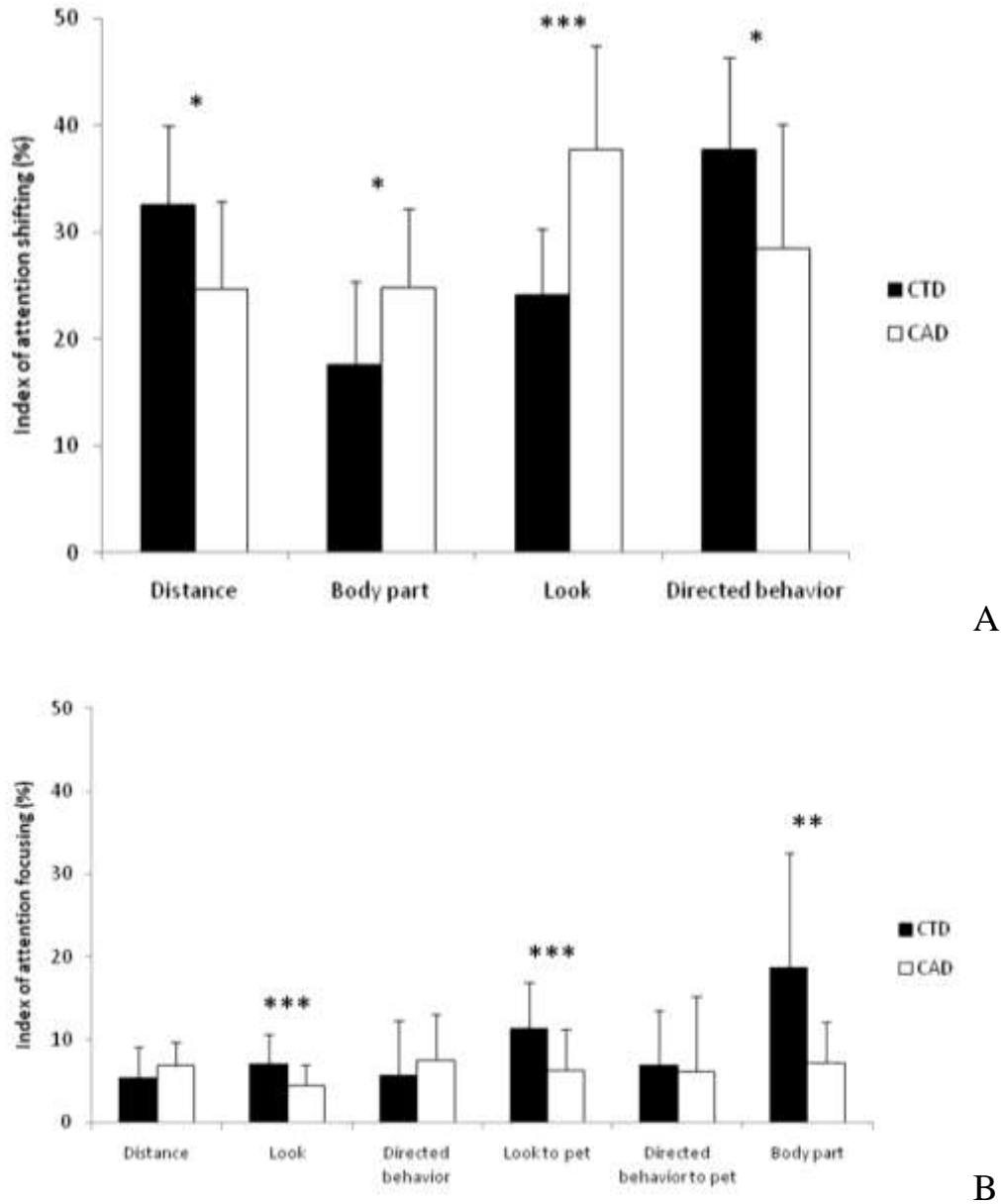


Fig 3: Indexes of (A) attention shifting and (B) attention focusing of CTD (children with typical development, black bars) and CAD (children with autistic disorders, white bars). Level of significance: *** $p < 0.001$ (Mann Whitney U-tests).

2.2. Activity focusing

The index of activity focusing of gazing at the pet was higher for CTD than for CAD ($11.4\% \pm 10.9\%$ versus $6.3\% \pm 9.8\%$; Mann-Whitney $U_{(59, 31)} = 3217.5$, $p < 0.001$; Fig 3B). The index of activity focusing of the body part nearest the pet was higher for CDT than for CAD

($18.7\% \pm 27.7\%$ *versus* $7.2\% \pm 9.9\%$; Mann–Whitney $U_{(59,31)}=1078.5$, $p=0.005$; Fig 3B). The index of activity focusing of gaze direction was higher for CTD than for CAD ($7.1\% \pm 7.1\%$ *versus* $4.5\% \pm 4.8\%$; Mann–Whitney $U_{(59,31)}=951.5$, $p<0.001$; Fig 3B).

However, the index of activity focusing of directed behavior towards the pet was not higher for CTD than for CAD ($6.9\% \pm 13.1\%$ *versus* $6.2\% \pm 18.1\%$; Mann–Whitney $U_{(59, 31)}=306$, $p>0.05$; Fig 3B). No differences appeared for the activity focusing indexes either of directed behaviors (CAD: $7.5\% \pm 11.2\%$; CTD: $5.7\% \pm 13.0\%$; Mann–Whitney $U_{(31,59)}=1339.5$, $p=0.549$; Fig 3B) or of distance to pet (CAD: $6.8\% \pm 5.7\%$; CTD: $5.4\% \pm 7.5\%$; Mann–Whitney $U_{(31,59)}=1595.5$, $p=0.117$; Fig 3B).

3. Effects of different factors

Even though general behavioral trends were consistent within each group, interindividual variations emerged and were large for some variables. Therefore, we investigated in more detail the effects of different factors on behavioral expression. Only the statistical significant effects are reported below.

3.1. Children's characteristics

We investigated the effects of age and of verbal language. The 10-to-12-years-old CAD and CTD had higher indexes of activity focusing of gaze direction than had younger children (*i.e.* 6-to-9 years old; Mann–Whitney $U_{(18, 13)}=34$, $p=0.002$, $U_{(31, 28)}=301$, $p=0.044$, respectively).

Having - or not - a verbal language influenced significantly CAD's behavior. Verbal children were observed closer to the pet than were non-verbal children (contact or $< \frac{1}{2}$ arm; both Mann–Whitney $U_{(21, 10)}$, $p<0.01$), hand/arm was generally their nearest body part (Mann–Whitney $U_{(21, 10)}=47.5$, $p=0.016$), they looked at the pet more frequently (both Mann–Whitney $U_{(21, 10)}=88.5$, $p=0.003$) and they directed more behaviors towards it, especially tactile behaviors (both Mann–Whitney $U_{(21, 10)}$, $p<0.01$). On the contrary, non-verbal children displayed more stereotypies than did verbal children (Mann–Whitney $U_{(21, 10)}=25$, $p<0.001$), they remained

further from the pet ($<1\frac{1}{2}$ arm or out the room; both Mann–Whitney $U_{(21, 10)}$, $p<0.05$) and legs were often their body part nearest the pet (Mann–Whitney $U_{(21, 10)}=56.5$, $p=0.015$).

3.2. Experience with animals

a. Pet ownership and privileged relationships

CTD pet owners talked more to the pet than did CTD non-pet owners (Mann Whitney $U_{(35, 24)}=566$, $p=0.018$). Very interestingly, while the mere presence of a pet in their home did not appear to influence on CAD's behavior towards an unfamiliar animal, the quality of relationship established with their own pet appeared determinant. Thus, they displayed more behaviors (especially tactile interactions; both Mann Whitney $U_{(11, 20)}$, $p<0.02$) and longer behavior sequences directed towards the pet (Mann Whitney $U_{(11, 20)}=41.5$, $p=0.015$) than did the other CAD.

b. Experience with "outdoor" animals

The children who had previously had problems with an animal, seemed to behave more cautiously: they were observed less frequently near the pet than were the other children ($<\frac{1}{2}$ arm; Mann Whitney $U_{(9, 50)}=96$, $p=0.007$) and they also expressed more behaviors directed towards their parent (Mann Whitney $U_{(9, 22)}=46$, $p=0.04$). Practice of outdoor activities did not influence significantly CTD's behavior here. CAD who practiced an outdoor activity with animals (*e.g.* horse riding) stayed longer at the same distance from the pet and had a higher index of attention shifting of gaze direction (all Mann Whitney $U_{(10, 21)}$, $p<0.05$).

DISCUSSION

This study revealed that children with autism prioritized orientation towards animate stimuli (*i.e.* pet and humans). In general, they were less attracted by an unfamiliar pet and changed their activities more frequently than did children with typical development. Lastly, the

behaviors of children with autism appeared influenced by their personal characteristics (*i.e.* age, verbal language) and their experience with animals.

Prioritizing animate agents was observed here, as children with autism directed more gazes at, and more behaviors towards, the pet and the human beings, especially their familiar parent. These results confirm the previous study using a lab method with static stimuli (New *et al.*, 2010), and contradict the widely supposed lack of interest in people (Kanner, 1943). Turning towards their parent rather than towards the observer could be explain by processing deficits related to face configuration (*e.g.* Hobson *et al.*, 1988; Klin *et al.*, 1999) and dysfunction of the *fusiform face area* (Pierce *et al.*, 2001) when in the presence of unfamiliar faces. The situation appears different with familiar faces as the *fusiform face area* then has the same normal activation for children with autism as for control children (Pierce *et al.*, 2004). Moreover, children with autism are able to recognize familiar adults and they then use the same face feature information as the control children (Wilson *et al.*, 2007). As social impairments in children with autistic disorders seem to be characterized as poor social understanding and skills rather than as a lack of interest in humans (Njardvik *et al.*, 1999), we supposed that they would find it easier to turn towards the familiar partner. We suggest that the children seek comfort or help when turning towards humans, as previously showed in strange situations (Bretherton & Ainsworth, 1974; Lamb, 1975). Further studies are needed to explore the difference between familiar and unfamiliar partners, including brain processing.

Our results showed that attention focusing (*i.e.* staying focused on the same target) was lower in children with autistic disorders than in control children, a result consistent with previous studies (*e.g.* Courchesne *et al.*, 1994). Indeed, the social behavior of children with autistic disorders has been linked to attention functioning (Courchesne *et al.*, 1994; Dawson *et al.*, 1998) and thus to maintenance of goal directed behavior (Ruble, 2001). However, attention shifting presented more mixed results: sometimes, children with typical development displayed more changes in their behavior than did children with autism. Further studies should help us understand these results.

Our study revealed that children with autism were attracted by unfamiliar pet, but that this attraction was less important than that of children with typical development. Anecdotal reports suggest that children with autism could interact with pets without any problem (Condoret, 1983) because they are easier to decode than human beings (Redefer & Goodman, 1989). However, being interested by a pet seems to depend on several factors. The quality of

their relationship with a pet and experience with animals appeared to be determinant. Indeed, developing privileged relationships with a pet implies a rich panel of interactions (in preparation) and special interactions with pets could enhance learning about animals in general (Beck *et al.*, 2001; Paul & Serpell, 1993). Moreover, children who have had a problem with an animal behaved more cautiously as they interacted more with their parent, a potential source of reassurance. This suggests that children with autism have expectations about the pet's possible behavior based on past experience with other animals (Hinde, 1979). Altogether, these results suggest that animals are not inherently easy to decode. Indeed, maybe experience with animals could transform a pet into a more attractive partner, easier to understand for children with autism. The explanation may be the interplay between different factors, including well-known aspects as well as, as yet, unexplored factors.

Moreover, some social behaviors (*e.g.* social gaze) are related to factors such as chronological age, social context or level of functioning in autistic disorders (Wing & Gould, 1979). For example, cognitive levels influence daily behavior such as watching television or playing with parent (Willemsen Swinkels *et al.*, 1998). Low-functioning children initiated fewer interactions than did high-functioning children. Consistent with these previous results, verbal children (*i.e.* high-functioning) looked at and touched the pet more than did non-verbal children (*i.e.* low-functioning) in our study. This suggests that the level of functioning must be taken into account in research including animals and in interventions assisted by animals to refine the initial goals and potential improvements.

In conclusion, this study revealed, for the first time in a natural setting that children with autism showed the same prioritizing of animate stimuli as children with typical development. Using a natural setting constitutes a methodological alternative to lab static techniques and it could be applied to further research. Studying social interactions, beyond ordinary human-human networks, is crucial to fully understand the social mechanisms and processes involved in autistic disorders. Thus, our experiment with the *Strange Animal Situation* is a powerful tool to understand the specificity of social functioning in autistic disorders.

Acknowledgements

We are thankful to Dr. Ann Cloarec for improving the English, to families for their participation and to Fondation Sommer for their support.

REFERENCES

- Allison, T., Puce, A., McCarthy, G. (2000) Social perception from visual cues: Role of the STS region. *Trends in Cognitive Sciences* 4, 267–278.
- Ames, C., Fletcher-Watson, S. (2010) A review of methods in the study of attention in autism. *Developmental Review* 30, 52-73.
- APA (1994) *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Washington).
- Beck, A.M., Melson, G.F., da Costa, P.L., Liu, T. (2001) The educational benefits of a ten-week home-based wild bird feeding program for children. *Anthrozoos* 14, 19-28.
- Condoret, A. (1983) Speech and companion animals, experience with normal and disturbed nursery school children. In *New Perspectives in our Lives with Companion Animals*, A.H. Katcher, and A.M. Beck, eds. (Pennsylvania: University of Pennsylvania Press), pp. 467-471.
- Courchesne, E., Chisum, H., Townsend, J. (1994) Neural activity-dependent brain changes in development - implications for psychopathology. *Development and Psychopathology* 6, 697-722.
- Cousillas, H., George, I., Henry, L., Richard, J.P., Hausberger, M. (2008) Linking social and vocal brains: could social segregation prevent a proper development of a central auditory area in a female songbird? *PLoS ONE* 3, e2194.
- Dawson, G. (1989) *Autism: Nature, diagnosis, and treatment* (New-York: The Guilford Press).
- Dawson, G., Melzoff, A.N., Osterling, J., Rinaldi, J., Brown, E. (1998) Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 28, 479-485.
- Doupe, A.J., Kuhl, P.K. (1999) Birdsong and human speech: Common themes and mechanisms. *Annual Review of Neuroscience* 22, 567-631.
- Frith, C.D., Frith, U. (1999) Interacting minds: A biological basis. *Science* 286, 1692-1695.

- Gervais, H., Belin, P., Boddaert, N., Leboyer, M., Coez, A., Sfaello, I., Barthelemy, C., Brunelle, F., Samson, Y., Zilbovicius, M. (2004) Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature Neuroscience* 7, 801-802.
- Goldstein, M.H., King, A.P., West, M.J. (2003) Social interaction shapes babbling: Testing parallels between birdsong and speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, 8030-8035.
- Hobson, R.P., Ouston, J., Lee, A. (1988) What's in a face - the case of autism. *British Journal of Psychology* 79, 441-453.
- Kanner, L. (1943) Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child* 2, 217-250.
- Klin, A., Sparrow, S.S., de Bildt, A., Cicchetti, D.V., Cohen, D.J., Volkmar, F.R. (1999) A normed study of face recognition in autism and related disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 29, 499-508.
- Kuhl, P.K. (2003) Human speech and birdsong: Communication and the social brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, 9645-9646.
- Kuhl, P.K., Tsao, F.M., Liu, H.M. (2003) Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, 9096-9101.
- Landis, J.R., Koch, G. (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, 159-174.
- Lord, C., Rutter, M., Le Couteur, A. (1994) Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 24, 659-685.
- New, J.J., Schultz, R.T., Wolf, J., Niehaus, J.L., Klin, A., German, T.C., Scholl, B.J. (2010) The scope of social attention deficits in autism: Prioritized orienting to people and animals in static natural scenes. *Neuropsychologia* 48, 51-59.
- Paul, E.S., Serpell, J.A. (1993) Childhood pet keeping and humane attitudes in young adulthood. *Animal Welfare* 2, 321-337.

- Pierce, K., Haist, F., Sedaghat, F., Courchesne, E. (2004) The brain response to personally familiar faces in autism: findings of fusiform activity and beyond. *Brain* 127, 2703-2716.
- Pierce, K., Muller, R.A., Ambrose, J., Allen, G., Courchesne, E. (2001) Face processing occurs outside the fusiform 'face area' in autism: evidence from functional MRI. *Brain* 124, 2059-2073.
- Puel, J.L., Bonfils, P., Pujol, R. (1988) Selective attention modifies the micromechanical properties of the cochlea. *Brain Research* 447, 380-383.
- Range, F., Horn, L., Bugnyar, T., Gajdon, G.K., Huber, L. (2009) Social attention in keas, dogs, and human children. *Animal cognition* 12, 181–192.
- Redefer, L.A., Goodman, J.F. (1989) Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 19, 461-467.
- Siegel, S., Castellan, N.J. (1988) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, 2nd edn (New York: McGraw-Hill).
- Snowdon, C., Hausberger, M. (1997) *Social influences on vocal development* (Cambridge University Press).
- Volkmar, F.R., Pauls, D. (2003) Autism. *The Lancet* 362, 1133-1141.
- WHO (1994) *The composite international diagnostic interview, Version 1.1., Researcher's manual* edn (Geneva).
- Willemsen-Swinkels, S.H.N., Buitelaar, J.K., Weijnen, F.G., van Engeland, H. (1998) Timing of social gaze behavior in children with a pervasive developmental disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 28, 199-210.
- Wilson, R., Pascalis, O., Blades, M. (2007) Familiar face recognition in children with autism: The differential use of inner and outer face parts. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 37, 314-320.
- Wing, L., Gould, J. (1979) Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Disorders* 9.

Dans cette partie, nous nous sommes donc attachés à caractériser les capacités d'attention, ainsi que l'intérêt des enfants avec autisme dans la rencontre avec un animal non familier. Le développement de la *Strange Animal Situation* a montré son utilité, tant dans l'étude d'une population d'enfants typiques que dans l'étude comparative des enfants typiques et des enfants avec autisme. Cette méthodologie nous a permis d'aborder d'une part un volet propre à l'attirance, *per se*, d'un enfant pour un animal non familier, et d'autre part des aspects plus larges, comme la personnalité des enfants, la priorisation de l'attention et les capacités attentionnelles des enfants avec autisme. Du point de vue "relation à l'animal", il est intéressant de noter que même si l'animal non familier attire les enfants avec autisme, cet intérêt est plus faible que celui présenté par les enfants typiques. Ce résultat va à l'encontre des idées reçues sur la question (*e.g.* Condoret, 1983). En se tournant plus fréquemment vers les partenaires humains et surtout le parent (tant dans la première approche que tout au long de l'expérience), nous pouvons supposer qu'ils recherchent une aide (Bretherton & Ainsworth, 1974; Lamb, 1975). Nous avons ainsi proposé que cette rencontre puisse amener les enfants avec autisme à se sentir plus proche de l'homme.

Avant de poursuivre, il est nécessaire de rappeler que nous nous sommes ici intéressés aux comportements de l'enfant face à l'animal non familier. Or, il est tout aussi important de s'intéresser aux comportements de l'animal en réponse aux comportements de l'enfant. Une telle démarche est en cours et permettra d'explorer ultérieurement une autre facette de la *Strange Animal Situation* (*e.g.* l'animal réagit-il différemment selon que l'enfant soit typique ou avec autisme).

De façon plus générale, les enfants avec autisme ont présenté des comportements similaires aux enfants typiques dans la *Strange Animal Situation* (*e.g.* attention vers l'animé). Nous pouvons nous demander si certains contextes et l'utilisation d'autres approches méthodologiques ne permettraient pas la mise en évidence de compétences "cachées". Par ailleurs, la coexistence d'un profil commun entre les enfants avec autisme et les enfants typiques amène à la question de la frontière *normalité/pathologique*. A l'instar de nombreux auteurs, nous préférons l'idée de *continuum* (Wing & Gould, 1979) ou de *spectre* (Fisch, 2005) des troubles autistiques, pour lequel il n'existe pas encore de limite claire entre les deux espaces, *normalité* et *pathologie*. Cette terminologie embrasse alors la grande variabilité dans les comportements associées au syndrome autistique, à la fois entre les individus, mais aussi pour un même individu à différents moments de sa vie (Fisch, 2005). Ce sont des observations directes, comme celles que nous avons mis en place (milieu familial) ou utilisées

par des outils cliniques comme l'ADOS (*Autism Diagnostic Observation Schedule* ; en milieu "médicalisé", peu familier à l'enfant ; Lord *et al.*, 1989) qui permettront de mieux comprendre la diversité du syndrome dans différentes situations. Cette notion de contexte sera reprise dans le chapitre suivant.

Nous allons maintenant nous intéresser au deuxième volet de ce chapitre, à savoir l'impact des animaux sur le développement des enfants avec autisme.

5.2. Dans les compétences des enfants avec autisme

Les recherches menées sur les relations entre les enfants avec autisme et les animaux restent rares, soumises à caution pour la plupart et majoritairement centrées sur l'impact de l'animal sur ces enfants (chapitre 1, partie 1.2.4). Ces dernières s'accordent sur un même résultat global, à savoir que les enfants avec autisme, dans le cadre d'interventions assistées par l'animal, présentent une amélioration de leur sphère sociale (*e.g.* plus d'interactions et moins de retraits sociaux). Pourtant, la nature même de ces progrès n'est pas ou peu précisée. Seuls Martin & Farnum (2002) rapportent plus de sourires et d'interactions tactiles avec le chien co-thérapeute que dans les autres conditions. Cependant, la seule étude examinant l'impact à long terme (Redefer & Goodman, 1989), les progrès s'estompent progressivement après l'arrêt de l'intervention assistée par l'animal.

Du côté de l'animal, il est désormais bien admis que l'homme peut jouer le rôle de **substitut social**, particulièrement en situation de privation sociale (*e.g.* étourneaux ; Rousseau *et al.*, en préparation; Todt *et al.*, 1979). Certains animaux ont même montré des apprentissages exceptionnels grâce au lien qu'ils ont développé avec l'homme (*e.g.* apprentissage du langage d'Alex, perroquet gris du Gabon ; Pepperberg & Brezinsky, 1991). Il est légitime ici d'aborder la question inverse : un substitut social non humain peut-il amener les enfants avec autisme à de tels apprentissages, qu'ils soient sociaux ou cognitifs ?

Il est à noter toutefois que ces compétences exceptionnelles ou les récupérations montrées par les animaux en privation sociale se sont produits dans le cadre de relations pérennes (*e.g.* nourrissage et soin par l'animalier des étourneaux avec une présence quotidienne). Cette situation est aux antipodes des interactions ponctuelles observées dans les interventions

assistées par l'animal. Nous nous sommes donc intéressés à des relations plus durables, comme celles que l'enfant avec autisme peut constituer avec les animaux présents dans son foyer familial. Pour ce faire, nous avons étudié le lien entre la présence ou l'arrivée d'un animal dans une famille et les compétences des enfants avec autisme. Ce travail a donné lieu à un manuscrit soumis pour publication dans The Journal of Autism and Developmental Disorders [*Pets improve social skills in children with autism. The first scientific evidence*].

Manuscrit soumis pour publication dans

The Journal of Autism and Developmental Disorders

Manuscript submitted to the Journal of Autism and Developmental Disorders

Pets improve social skills in children with autism. The first scientific evidence

Marine Grandgeorge¹, Sylvie Tordjman², Alain Lazartigues³, Eric Lemonnier³,
Michel Deleau⁴, Martine Hausberger¹

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552, Ethologie animale et humaine, Rennes, France

² Département de psychiatrie, CHU Guillaume Régnier, Rennes, France

³ Service de Pédiopsychiatrie, CHU de Brest, Hôpital de Bohars, France

⁴ Université Rennes 2, CRPCC, EA 1285, Centre de recherches en psychologie, cognition et communication, Rennes, France

SYNTHESE DE L'ARTICLE 8

Questions. Est-ce que qu'un animal dans le foyer familial améliore les compétences des enfants avec autisme ? Si tel est le cas, ces améliorations sont-elles observables sur l'ensemble de la triade d'altérations du trouble autistique ou centrées sur un domaine particulier ? Est-ce une présence permanente ou l'arrivée d'un animal qui est importante ?

Méthodes Nous avons utilisé l'*Autism Diagnostic Interview-Revised* (ADI-R ; Lord *et al.*, 1994) pour évaluer le changement des compétences des enfants à deux périodes de leur vie (*i.e.* à l'âge de 4 à 5 ans et au moment de l'évaluation). Les parents de 260 enfants avec autisme ont été interrogés grâce à un questionnaire standard sur la relation entre leur enfant et les animaux (ARTICLE 2). A partir de ces données, nous avons finement apparié les enfants selon leur situation : d'un côté, 12 enfants qui n'ont jamais eu d'animaux *versus* 12 enfants qui ont eu un animal après l'âge de 5 ans, de l'autre 8 enfants qui n'ont jamais eu d'animaux *versus* 8 enfants qui en ont toujours eu (*i.e.* présent avant leur naissance). Un contrôle de différents paramètres a été effectué (*e.g.* genre, âge, lieu de vie, raison d'adoption de l'animal)

Résultats. Seuls les enfants avec autisme ayant eu un animal après l'âge de 5 ans montrent des améliorations. Ces dernières concernent leur offre de partage (*e.g.* partager sa nourriture ou ses jouets avec les parents ou d'autres enfants) et leur offre de réconfort (*e.g.* rassurer ses parents ou ses pairs quand ils sont tristes ou blessés). Aucun changement n'est observé chez les enfants avec autisme n'ayant jamais eu d'animaux et ceux en ayant toujours eu. Les paramètres de contrôle n'influencent pas les résultats.

Conclusions. Cette étude révèle que l'arrivée d'un animal dans le foyer d'enfants avec autisme est liée à l'amélioration de deux compétences sociales (*i.e.* offre de partage et offre de réconfort), caractéristiques de l'empathie. L'empathie est une des étapes essentielles qui mène à une *théorie de l'esprit*, considérée comme altérée dans les troubles autistiques. Nos résultats suggèrent qu'un animal au sein du foyer pourrait revêtir le rôle de substitut social pour les enfants avec autisme et donc contribuer au développement de certaines de leurs compétences. Cette étude ouvre de nouvelles voies de recherche sur les raisons et les mécanismes impliqués dans les relations entre ces enfants et les animaux de compagnie, ainsi que leurs relations à l'environnement social en général.

ABSTRACT

Social interactions – central aspect of human life – can be altered in autistic disorders. Therapies help improve communication skills, as animal-assisted therapies, but their benefits have never been scientifically evaluated. We hypothesized that the introduction of pets in children with autism families could be associated with improvements of social skills. We used the ADI-R to assess evolution between two periods according the presence, the absence or the introduction of pets. We showed that this situation does help children with autism. This study has implications for therapeutic perspectives in the field of autism. It invites to re-consider the impact of social influences and opens new lines of research on why and how pets – and social environment - can improve social skills.

Keywords: autistic disorders; pets; social improvement; animal assisted therapy; ADI-R

INTRODUCTION

In the late 80's, Redefer & Goodman (Redefer & Goodman, 1989) regretted the “poor rate for recovery or major improvement” of current autistic disorders therapies and emphasized the need for innovative approaches. Since then, much emphasis has been put on the biological determinism of autistic disorders and this has led to important discoveries concerning their possible biological foundation (Bacchelli & Maestrini, 2006; Folstein & Rutter, 1977).

Nevertheless, recovery rates remain low and conditions of improvement are still not well known. Children with autism are however sensitive to environmental influences and the recent demonstration that the language development of these children is influenced by social factors brings new hopes for environmentally based therapies (Grandgeorge *et al.*, 2009).

Social influences are crucial for the whole social development of human as well as animal individuals. Direct interactions, but not audio or video playbacks, enhance young babies’ perceptual abilities (Kuhl, 2003). Similarly, social deficits can induce auditory (Sturdy, Phillmore, Sartor, & Weisman, 2001) and central processing (Cousillas *et al.*, 2006) disturbances as well as abnormal social behaviour or communication skills (West, King, & Freeberg, 1997), as experimentally demonstrated in songbirds. Mere social segregation may even lead to profound disturbances of the processing of social signals in the brain of these species (Cousillas, George, Henry, Richard, & Hausberger, 2008).

Interestingly, interspecific bonding can “compensate” social deficits and facilitate normal (or even improve) development of social and cognitive skills, as studies on the development of strong bonds between humans and animals have shown (Pepperberg & Brezinsky, 1991; Savage-Rumbaugh & Lewin, 1994). The presence of their familiar caretaker activates vocal learning in songbirds (Todt, Hultsch, & Heike, 1979). The fact that humans may act as “social substitutes” is widely admitted. The question of whether animals may do the same for humans is largely debated. Some evidence shows that the presence of pets can improve health or help in depressive episodes (Antonioli & Reveley, 2005; Holcomb, Jendro, Weber, & Nahan, 1997), that interactions with animals may improve children’s social skills and self esteem (Endenburg & Baarda, 1996), but reports are contradictory and clear scientific evidence is lacking (Condoret, 1983; Salomon, 1981; Serpell, 2000). This is even more evident when children with autism are considered. Many therapists propose that these children interact with

pets or receive equithérapie (McConnell, 2002; Wong & Smith, 2006). Anecdotic reports suggest that they interact more easily “socially” with pets than with peers or adult humans (Condoret, 1983), but again, clear scientific evidence is lacking at a time when pet ownership tends to be considered more as a risk factor (allergies, zoonosis...) by the medical community than a habit to be developed (Serpell, 1991).

In the present study, we demonstrate for the first time that the introduction of a pet in the family is associated with improvements of social skills in children with autism, suggesting that the pet might act as a “social substitute” and thereby help develop some social or cognitive skills.

METHODS

1. Participants

All the participants with autism (n=260), attended the “*Centre de Ressources sur l’Autisme de Bretagne*” (Bohars, France) and from child day care facilities depending on the University Hospitals of Bicêtre and Reims (France). The cognitive and behavioural assessments were approved by the ethics committee of Bicêtre hospital. All participants met DSM IV criteria for autistic disorders (APA, 1994). Confirmed using the ADI-R (Lord, Rutter, & Le Couteur, 1994), diagnoses were part of the routine following-up of children with autism in these centers and were made by the same psychiatrists each time.

2. Cognitive and Behavioral Assessments

Cognitive functioning of children with autistic disorder from child day care facilities depending on the University Hospitals of Bicêtre and Reims (n=70). It was assessed by two psychologists using the age-appropriate Weschler intelligence scale and the Kaufman K-ABC (Anastasi, 1988). All patients with autistic disorder were cognitively impaired (mean full scale IQ + S.D: 42.1 + 3.4, with a range of 40-58; mean verbal IQ + S.D: 45.2 + 2.3, with a range of 45-57; mean performance IQ + S.D: 45.2 + 4.4, with a range of 45-80). Behavioural assessments were performed using the ADI-R for 260 participants with autistic disorders (Lord, *et al.*, 1994). The ADI-R, an extensive, semi-structured parental interview, was conducted by trained psychiatrists. Based on direct clinical observations of each participant by

independent psychiatrists, a diagnosis of autistic disorders was made according to the DSM-IV (APA, 1994) and ICD-10 (WHO, 1994) criteria and was confirmed by the ADI-R ratings. The ADI-R scale assessed the three major domains of autistic impairments: reciprocal social interactions, verbal and non-verbal communication, stereotyped behaviours and restricted interests, both when they were 4-to-5 years old and at current period. The presence of verbal language is defined as the daily, functional and comprehensible use of spontaneous phrases of at least three words, including at least sometimes a verb (Lord, *et al.*, 1994). The ADI-R scale is validated to assess the behaviour that was most abnormal during the 4-to-5 years-old period and the current behaviour. The ADI-R algorithm is based on the 4-to-5 years-old period of life but we reported also systematically the ratings for the current period of the subset of ADI-R items included in the ADI-R algorithm in order to see the evolution between these two periods of life. Thus, the ADI-R was used to compare the children at two different developmental stages, first, when they were 4-to-5-years old (t_0) and then at current period (t_1). The severity of impairments in the behavioural domains of autistic disorders were scored using the subset of ADI-R items included in the ADI-R algorithm, following a procedure previously described (Tordjman *et al.*, 2001). Taking into account that the ADI-R items are scored on an ordinal scale (from 1 to 3 according to autism severity; the "0" coding means that the autistic behaviour was not present), we took the median value of all items belonging to the same domain of autistic impairment according to the ADI-R algorithm. This gave a score of central tendency for each of the four main domains: Total Reciprocal Social Interaction (15 items), Total Verbal / Non-verbal Communication (13 items; for non verbal patients the median score was based on 9 items), Total Stereotypies (8 items). A median score for combined Social / Communication / Stereotypies domains was also obtained and corresponds to a global score of autism severity.

3. Questionnaires on child-pet relationships

Parents were interviewed by phone by one of the investigators (MG) not involved in the ADIR scoring and asked to answer a short standardized questionnaire about pets and their children. As the ADI-R scoring was obtained before the study with animals started and as the psychiatrists establishing these scores did not know whether a pet had arrived in the family or not, this prevented parent's responses from being biased by their expectations concerning the potential impact of a pet.

The questionnaire was about the presence (or absence) of pets in the family home when the ADI-R assessment was made and when the child was 4-to-5 years old. If one or more pets were present, parents gave information about species and pet ownership duration, as well as their child's relationships with the pet: tactile interactions, visual interactions, play, care (*e.g.* feeding, walking with pet, brushing), time spent together and privileged relationship (presence or absence), so that we could evaluate the participant's attachment to its pet. Pets were dogs, cats and one hamster; half the pets had been purchased for the child with autism.

4. Study 1

From the initial pool of 260 participants, we selected 2 groups : the first one G_{pet} whose the participants had no pet before the age of 5 but had at least one afterwards ($n=12$; pets were dogs, cats and one hamster). These participants were matched with control between the ones who never had a pet (G_{0A} , $n=12$, respectively) on their sex, their age, their overall level of language (absence/presence of verbal language as defined according to the ADI-R criteria in the following section) and the history of epilepsy (table 1).

Table 1: Demographic and Behavioural Characteristics of Study Groups (G_{0A} and G_{0B} never had pet at home; G_{alwpet} ever had a pet; G_{pet} had no pet before the age of 5 years, but had at least one at current period). Non-parametric tests used were Mann Whitney (MW) and Chi square one-sample(X^2) (Significant threshold $p<0.05$).

¹ absence/presence of verbal language as defined according to the ADI-R criteria

	Statistics					Statistics			
	G_{0A}	G_{alwpet}	(MW / X^2)	p		G_{0B}	G_{pet}	(MW / X^2)	p
Gender (M/F)	4/4	4/4	0	>0.999		9/3	9/3	0	> 0.999
Age (months; mean \pm SD)	137.2 \pm 42.7	128.6 \pm 44.4	88	>0.05		122.8 \pm 52.3	137.1 \pm 60.6	163.5	>0.05
Overall level of language ¹	2/6	2/6	0	>0.999		9/3	9/3	0	> 0.999
Epilepsy (yes/no)	8/0	8/0	0	>0.999		1/11	0/12	1.043	>0.05

5. Study 2

According to the results, an additional study completed the first one. It explored if the presence of pet before the child birth could have same effects than the introduction of pet. From the initial pool of 260 participants, we selected 2 other groups: the first one G_{alwpet}

whose the participants always had at least a pet at home since the birth ($n=8$; pets were dogs, cats and one rabbit). These participants were matched with control between the ones who never had a pet (G_{0B} , $n=8$) on the same previous characteristics (see study 1; table 1).

6. Statistical analyses

Intragroup changes - between 4-5 years old and at current period - in each group (G_{pet} , G_{alwpet} , G_{0A} and G_{0B}) were evaluated using Wilcoxon's matched-pairs signed ranks tests. Post hoc pair-wise comparisons according to participant's gender, reasons for obtaining the pet(s), presence of different pets, type of child-pet interactions (included privileged relationship) and type of life were then applied. Spearman's rank order correlations assessed relationships between patient's age or IQ scores and their item scores. As 36 tests were performed at both t_0 and t_1 , Bonferroni corrections for multiple comparisons were applied systematically (in text as “significant at $p<0.0014$ ”).

RESULTS

Study 1

The results of the ADI-R (Lord, *et al.*, 1994) used to compare item scores recorded when they were 4-to-5-years old (t_0) and at the later scoring (t_1) clearly demonstrated that the introduction of a pet in the family in the interval between these two evaluations was associated with improvement of the child's level of reciprocal social interactions. Thus, the G_{pet} -children group improved significantly their “offering to share”, *e.g.* sharing food or toys with parents or other children (Wilcoxon test: $ZG_{pet}=21$ $p<0.0014$; fig 1) and their “offering comfort”, *e.g.* reassured parents or peers who were sad or hurt (Wilcoxon test: $ZG_{pet}=21$ $p<0.0014$; fig 2).

None of these changes were observed in the participants who remained without a pet (Wilcoxon tests: $ZG_{0A}=3$, $ZG_{0A}=6$, $p>0.05$ in both cases; fig 1, fig 2). Score differences between t_0 and t_1 were neither correlated with children's age (all Spearman's rank order correlation $p > 0.05$) nor affected by gender, reasons for obtaining the pet(s) (*i.e.* for the child with autism or for other members of the family), type of life (*i.e.* urban or rural), presence of different pets, or type of child-pet interactions (*i.e.* presence or absence) (all Mann Whitney tests $p>0.05$). In addition communication and non-social aspects (*e.g.* scores for repetitive

behaviours and stereotyped patterns) were not affected by the pet's introduction (all Wilcoxon tests $p > 0.05$). There was no significant correlation (Spearman's rank order correlation, $p > 0.05$) between the items “offering comfort” or “offering to share” and the IQ scores (verbal IQ, performance IQ and full IQ).

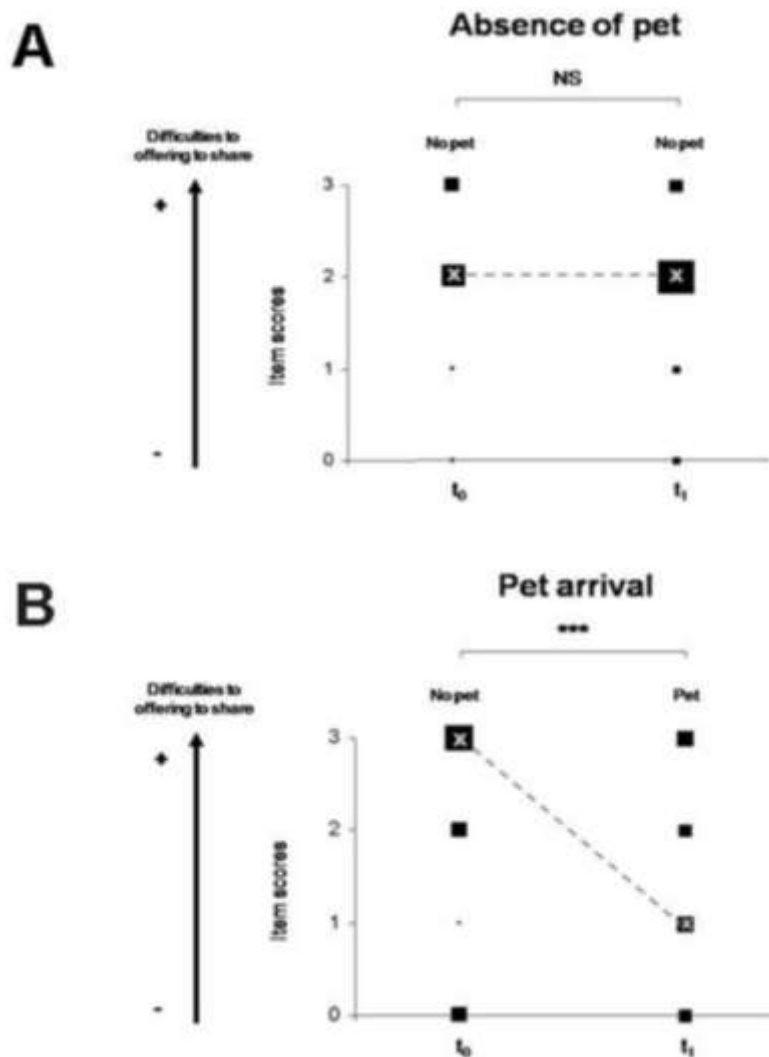


Fig 1: Item scores of “offering to share” at t₀ (4-to-5-years old) and t₁ (current period; mean age: 129.9 ± 55.8 months old) for (A) group with no pet in the family and (B) group with a pet that arrived after the child was 5 years old. Size of squares is proportional to the number of children with each score. Higher was the score, higher were the child’s difficulties to “offer to share”; cross: median value for each scoring time; dotted grey line indicates the evolution of the group with time. Comparisons were performed using Wilcoxon’s matched-pairs signed ranks tests (Significant threshold: *** $p < 0.0014$).

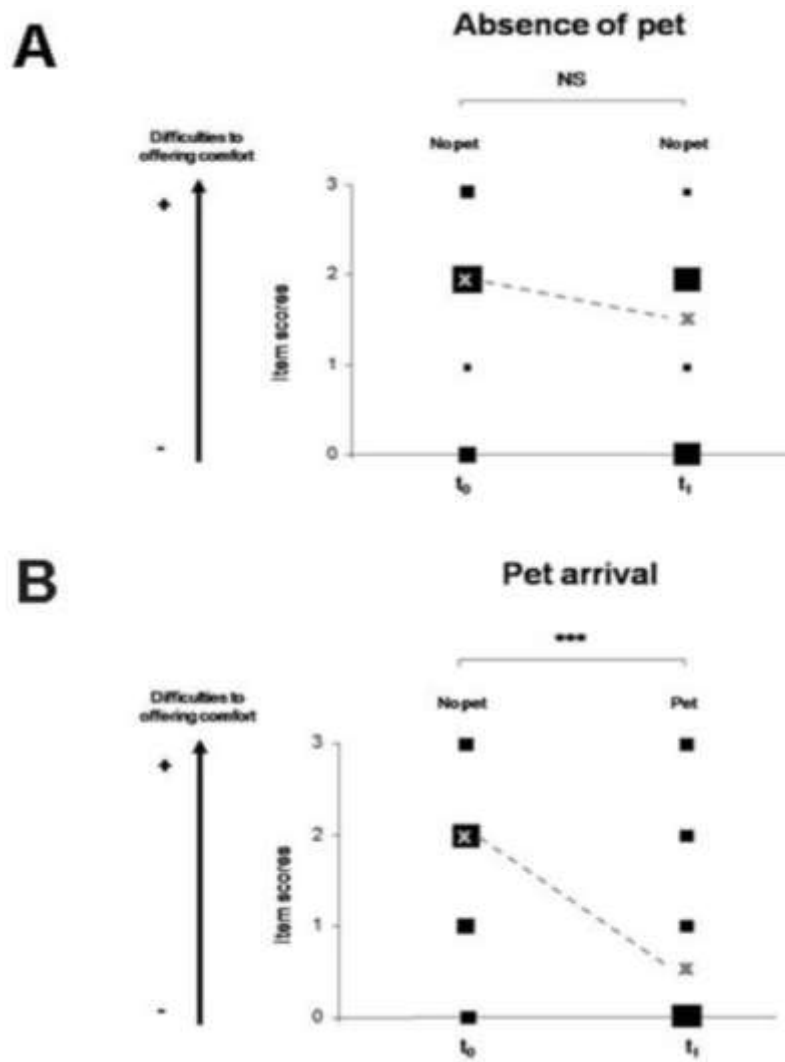


Fig 2: Item scores of “offering comfort” at t₀ (4-to-5-years old) and t₁ (current period, mean age: 129.9 ± 55.8 months old) for (A) group with no pet in the family and (B) group with a pet that arrived after the child was 5 years old. Size of squares is proportional to the number of children with each score. Higher was the score, higher were the child’s difficulties to “offer comfort”. Cross: median values for each scoring time; dotted grey line indicates the evolution of the group with time. Comparisons were performed using Wilcoxon’s matched-pairs signed ranks tests (Significant threshold: *** p< 0.0014).

Study 2

No change was observed in the participants who remained without a pet or who always had a pet (G_{OB} and G_{alwpet} ; all Wilcoxon test $p>0.05$), whatever the studied aspects. We noticed that

2 participants had neither a privileged relationship with it nor interaction, on 3 participants who always had the same pet since their birth.

DISCUSSION

To our knowledge, these results constitute the first evidence that the introduction of pets in a family is associated with improvement of social skills in children with autism. The results support anecdotic reports suggesting that interactions with pets can enhance social skills in children with autism or handicapped children (Condoret, 1983; Levinson, 1962; Redefer & Goodman, 1989). One could argue that where a pet had arrived, parent's responses could have been biased by expectations on the potential impact of pet on the child's development.

However several facts strongly suggest that is not the case as (a) only 40% of the pets were specially acquired for the child with autism and not for the whole family or another member, (b) improvements are mentioned for only two out of 36 items - corresponding to reciprocal social interactions - and (c) as questionnaires concerning pets were given after the second assessment, parents were not focused on the pet potential influence at time. Moreover, the absence of significant correlation between items scores of “offering to share” or “offering comfort” and IQ scores suggest that the positive change observed for these items between the 4-to-5 years-old period and the current period is not related to the level of the cognitive functioning. In addition, while causal relations are difficult to prove (Endenburg & Baarda, 1996), the finding that non pet-owners did not show similar changes, all other factors being similar, constitutes by itself strong evidence. One could point that children who always lived with a pet did not show any improvement. Nevertheless facts may explain this: (a) this group was more severely impaired (*i.e.* less language skills, all participants were epileptic) and (b) the social environment changes could be more positive (*i.e.* introduction of a pet rather than a pet belonged to the usual environment). Indeed, language skills and epilepsy are factors of the positive autistic disorders evolution (*i.e.* the less impaired individuals are the more improvements they can develop) (Baghdadli & Aussilloux, 2002). The introduction of a pet could constitute a form of good behavioural therapy defined as a “*highly affective and emotionally positive set of interactions that promote the reward value of social interactions*” (Helt *et al.*, 2008). Currently, the mechanisms involved remain to be investigated. Reports

suggest that pets have positive impacts on anxious or depressive adults (Serpell, 1991), on the sense of responsibility, sociability and self-esteem in children with typical development (Bergesen, 1989; Covert, Whiren, Keith, & Nelson, 1985; Endenburg & Baarda, 1996) and to help develop an understanding of other people's feelings and needs, thus showing empathy towards people (Bryant, 1990; Paul & Serpell, 1996).

In the present study, the traits that improved were precisely "offer comfort" and "offer to share", typical traits of the development of empathy, a step towards a "theory of mind" considered to be particularly lacking in children with autism (Baron-Cohen 1995). Redefer and Goodman's observations (1989) suggested that a dog could serve to "prime" a child so that it was more able to enjoy social interactions. For these authors, the animals are powerful multisensory stimuli with simple repetitive nonverbal actions easy to decode. Because they are also demanding, they are a source of, and focus for, attention (Friedmann, Katcher, Lynch, & Thomas, 1980). Selective attention has been suggested to be a major aspect of social influence that could explain better vocal or perceptual learning (Cousillas, *et al.*, 2006; Kuhl, 2003; Puel, Bonfils, & Pujol, 1988). Bonding could enhance selective attention and its consequences on learning, perception and the central processing of social signals (Bertin, Hausberger, Henry, & Richard-Yris, 2007; Cousillas, *et al.*, 2008; Poirier *et al.*, 2004; Puel, *et al.*, 1988). Our findings suggest that a similar process may be involved here. Because of their simpler, non-judging interactions, pets may be useful substitutes for social contacts for children with social difficulties, such as children with autism.

The precise mechanisms of this influence of pets on children with autism remain to be explored. Direct observational studies, both on the longitudinal behavioural development of children and in the context of interactions with familiar and unfamiliar pets should help us understand these important findings.

CONCLUSIONS

These results open new lines of thought and research on why and how pets can improve social skills in these children, involving brain processes. They give further hope for environmental therapies and suggest that more attention should be given to the opportunity for families to provide pets as "mediators" for developing social skills towards peers and adults.

REFERENCES

- Anastasi, A. (1988) *Psychological Testing* (6th ed.). New York: Macmillan.
- Antonioli, C., Reveley, M.A. (2005) Randomised controlled trial of animal facilitated therapy with dolphins in the treatment of depression. *British Medical Journal*, 331(7527), 1231-1234.
- APA (1994) *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. Washington.
- Bacchelli, E., Maestrini, E. (2006) Autism spectrum disorders: Molecular genetic advances. *American Journal of Medical Genetics Part C-Seminars in Medical Genetics*, 142C(1), 13-23.
- Baghdadli, A., Aussilloux, C. (2002) Intérêts et limites des études longitudinales dans la mesure du changement chez la personne autiste. *Enfance*, 54(1), 40-50.
- Baron-Cohen, S. (1995) *Mindblindness: An Essay on Autism and Theory of Mind*. Cambridge: MIT Press.
- Bergesen, F.J. (1989) The effects of pet facilitated therapy on the self-esteem and socialization of primary school children. Paper presented at the The 5th International Conference on the Relationship Between Humans and Animals.
- Bertin, A., Hausberger, M., Henry, L., Richard-Yris, M.A. (2007) Adult and peer influences on starling song development. *Developmental Psychobiology*, 49(4), 362-374.
- Bryant, B.K. (1990) The richness of the child pet relationship: A consideration of both benefits and costs of pets to children. *Anthrozoos*, 3(4), 253-261.
- Condoret, A. (1983) Speech and companion animals, experience with normal and disturbed nursery school children. In A.H. Katcher & A.M. Beck (Eds.), *New Perspectives in our Lives with Companion Animals* (pp. 467-471). Pennsylvania: University of Pennsylvania Press.
- Cousillas, H., George, I., Henry, L., Richard, J., Hausberger, M. (2008) Linking social and vocal brains: could social segregation prevent a proper development of a central auditory area in a female songbird? *PLoS ONE*, 3(5), e2194.

- Cousillas, H., George, I., Mathelier, M., Richard, J.P., Henry, L., Hausberger, M. (2006) Social experience influences the development of a central auditory area. *Naturwissenschaften*, 93(12), 588-596.
- Covert, A.M., Whiren, A.P., Keith, J., Nelson, C. (1985) Pets, early adolescents and families. *Marriage and family review*, 8, 95-108.
- Endenburg, N., Baarda, B. (1996) The Role of Pets in Enhancing Human Well-being: Effects on Child Development. In I. Robinson (Ed.), *The Waltham Book of Human-Animal Interactions: Benefits and Responsibilities of Pet Ownership* (pp. 7-17).
- Folstein, S., Rutter, M. (1977) Genetic influences and infantile-autism. *Nature*, 265(5596), 726-728.
- Friedmann, E., Katcher, A.H., Lynch, J.J., Thomas, S.A. (1980) Animal companions and one-year survival after discharge from a coronary-care unit. *Public Health Reports*, 95(4), 307-312.
- Grandgeorge, M., Hausberger, M., Tordjman, S., Deleau, M., Lazartigues, A., Lemonnier, E. (2009) Environmental Factors Influence Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. *PLoS ONE*, 4(4), e4683.
- Helt, M., Kelley, E., Kinsbourne, M., Pandey, J., Boorstein, H., Herbert, M., *et al.* (2008) Can Children with Autism Recover? If So, How? *Neuropsychology Review*, 18, 339-366.
- Holcomb, R., Jendro, C., Weber, B., Nahan, U. (1997) Use of an aviary to relieve depression in elderly males. *Anthrozoos*, 10(1), 32-36.
- Kuhl, P.K. (2003) Human speech and birdsong: Communication and the social brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(17), 9645-9646.
- Levinson, B.M. (1962) The dog as a "co-therapist". *Mental Hygiene*, 179, 46-59.
- Lord, C., Rutter, M., Le Couteur, A. (1994) Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24(5), 659-685.

- McConnell, S.R. (2002) Interventions to facilitate social interaction for young children with autism: Review of available research and recommendations for educational intervention and future research. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32(5), 351-372.
- Paul, E.S., Serpell, J.A. (1996) Obtaining a new pet dog: Effects on middle childhood children and their families. *Applied Animal Behaviour Science*, 47(1-2), 17-29.
- Pepperberg, I.M., Brezinsky, M.V. (1991) Acquisition of a relative class concept by an african gray parrot (*Psittacus erithacus*) - Discriminations based on relative size. *Journal of Comparative Psychology*, 105(3), 286-294.
- Poirier, C., Henry, L., Mathelier, M., Lumineau, S., Cousillas, H., Hausberger, M. (2004) Direct social contacts override auditory information in the song-learning process in starlings (*Sturnus vulgaris*). *Journal of Comparative Psychology*, 118(2), 179-193.
- Puel, J. L., Bonfils, P., Pujol, R. (1988) Selective attention modifies the micromechanical properties of the cochlea. *Brain Research*, 447(2), 380-383.
- Redefer, L. A., Goodman, J. F. (1989) Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 19(3), 461-467.
- Salomon, A. (1981) Animals and children - The role of the pets. *Canada Mental Health*, 29(2), 9-13.
- Savage-Rumbaugh, S., Lewin, R. (1994) *Kanzi: The Ape at the Brink of the Human Mind*: John Wiley & Sons Inc.
- Serpell, J.A. (1991) Beneficial-effects of pet ownership on some aspects of human health and behavior. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 84(12), 717-720.
- Serpell, J.A. (2000) The power of animals: An ethnography. *Anthrozoos*, 13(2), 127-128.
- Sturdy, C.B., Phillmore, L.S., Sartor, J.J., Weisman, R.G. (2001) Reduced social contact causes auditory perceptual deficits in zebra finches, *Taeniopygia guttata*. *Animal Behaviour*, 62, 1207-1218.
- Todt, D., Hultsch, H., Heike, D. (1979) Conditions affecting song acquisition in nightingales (*Luscinia-megarhynchos L*). *Zeitschrift Fur Tierpsychologie-Journal of Comparative Ethology*, 51(1), 23-35.

- Tordjman, S., Gutknecht, L., Carlier, M., Spitz, E., Antoine, C., Slama, F., *et al.* (2001) Role of the serotonin transporter gene in the behavioral expression of autism. *Molecular Psychiatry*, 6(4), 434-439.
- West, M.J., King, A.P., Freeberg, T.M. (1997) Building a social agenda for the study of bird song. In Snowdon & Hausberger (Ed.), *Social Influences on Vocal Development* (pp. 41–56). Cambridge: Cambridge University Press.
- WHO (1994) *The composite international diagnostic interview, Version 1.1. (Researcher's manual ed.)*. Geneva.
- Wong, H.H.L., Smith, R.G. (2006) Patterns of complementary and alternative medical therapy use in children diagnosed with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(7), 901-909.

5.3. Conclusion

Nos résultats du présent chapitre confirment que les animaux peuvent être de bons "outils" comme l'avaient pressenti certains auteurs (Condoret, 1983; Levinson, 1978; Millot, 1996).

Tout d'abord, nous confirmons les résultats obtenus précédemment au chapitre 4 en nous intéressant à la rencontre d'un animal non familier. Les enfants avec autisme sont moins intéressés par les animaux, ce qui apparaît ici dans leurs comportements exprimés face à un animal non familier (*e.g.* moins de comportements tactiles, plus d'attirance pour les êtres humains). Les problèmes attentionnels, caractéristiques du syndrome autistique (*e.g.* Courchesne *et al.*, 1994; O'Connor & Kirk, 2008) semblent nécessiter de nouvelles recherches puisque les capacités d'attention apparaissent similaires en certains points à celles des enfants au développement typique (*e.g.* priorisation vers l'animé; New *et al.*, 2010).

Aussi, nos résultats amènent à repenser une hypothèse majeure issue des études sur les relations entre les enfants avec autisme et les animaux (Redefer & Goodman, 1989). Ils proposent que l'animal soit plus facile à décoder que l'être humain pour les personnes avec autisme. Cette hypothèse, déjà pressentie comme trop simple au chapitre 4, nécessite quelques précisions : ainsi, c'est surtout l'expérience aux animaux que les enfants auraient acquis qui feraient de l'animal un partenaire attractif et facile à comprendre. Cet aspect sera discuté dans le chapitre 6, en lumière de l'ensemble de notre travail de recherche.

En outre, l'expérience aux animaux revêt un intérêt supplémentaire. Nous avons montré que l'arrivée d'un animal dans le foyer d'enfants avec autisme est liée à l'amélioration de leurs compétences sociales (*i.e.* offre de partage et offre de réconfort). En revanche, les domaines de la communication verbale, des stéréotypies et des intérêts restreints ne semblent pas être influencés par l'animal. Ces résultats corroborent ceux issus des interventions assistées par l'animal, à savoir une amélioration des compétences de la sphère sociale (*e.g.* Martin & Farnum, 2002), mais peu voire pas d'effets sur les compétences cognitives ou motrices (Bass *et al.*, 2009). Ainsi, les animaux - et leurs comportements - semblent contribuer à l'acquisition d'un répertoire comportemental social plus structuré chez les enfants avec autisme (hypothèse proposée initialement pour la relation enfant typique - chien familier ; Filiatre *et al.*, 1986).

Il est légitime de se poser la question du maintien de ces compétences lors de la disparition des animaux du cadre familial. Vont-elles s'estomper, telle que le suggère l'étude

de Redefer & Goodman (1989), ou être pérennisées, comme cela a été montré chez l'animal (*e.g.* Rousseau *et al*, en préparation) ? Nous pouvons supposer que le contexte de l'animal à la maison, grâce à la possible relation établie entre l'enfant et l'animal, permette le maintien des compétences acquises. Une réflexion autour du lien et surtout de la qualité de celui-ci permettra une avancée dans les interventions assistées par l'animal.

CHAPITRE 6

DISCUSSION GENERALE

GENERAL DISCUSSION

6. Discussion générale

A l'issue de nos travaux de recherche, les résultats fournissent des arguments en faveur d'une sensibilité à l'environnement social (*i.e.* parents) et pseudo-social (*i.e.* animaux) dans le syndrome autistique.

En premier lieu, nous avons montré que les enfants avec autisme sont sensibles à leur environnement social. En effet, les caractéristiques précoces de leur langage sont influencées par le niveau d'éducation de leurs parents. Par exemple, les premiers mots et les premières phrases apparaissent plus précocement que les autres lorsque l'enfant, ultérieurement diagnostiqué avec autisme, grandit auprès de parents de haut niveau d'éducation.

En interrogeant les parents, il apparaît que cette sensibilité des enfants avec autisme existe aussi pour leurs animaux de compagnie. En effet, les interactions entre ces enfants et leurs animaux sont de diverses natures (*e.g.* tactile, jeu, soin). Elles sont moins souvent rapportées chez les enfants avec autisme - exception faite des interactions de soin - que chez enfants typiques. De plus, les enfants avec autisme semblent moins intéressés par les animaux en général et développent moins de relations privilégiées avec eux. Différents facteurs identifiés modulent la présence ou l'absence de certaines interactions : le niveau cognitif des enfants, leur environnement social et les caractéristiques intrinsèques et extrinsèques des animaux. Par exemple, la taille de l'animal est un facteur important puisque les jeunes enfants avec autisme interagissent plus avec les animaux de petite taille qu'avec ceux de grande taille. Comparés aux enfants typiques, ils interagissent moins avec les animaux du type chien ou chat.

L'observation directe de ces interactions dans l'environnement quotidien a montré qu'elles sont plus à l'initiative des enfants que des chiens. Néanmoins, les chiens tiennent aussi un rôle important. Ils initient moins les interactions et les stoppent plus souvent avec les enfants avec autisme qu'avec les enfants typiques. Cette étude montre par ailleurs que les enfants, typiques et avec autisme, ne diffèrent pas dans l'utilisation des regards mutuels et des comportements d'attention conjointe envers leur animal. L'ensemble des données de ce chapitre montre que les animaux familiers se révèlent être des partenaires pseudo-sociaux pour les enfants avec autisme, tout au moins d'un point de vue comportemental.

Notre travail s'est aussi intéressé aux apports de la relation aux animaux pour les enfants avec autisme. Pour cela, nous avons créé une méthodologie, la *Strange Animal Situation*,

mettant en présence, dans un contexte habituel, un enfant face à un animal non familier - ici, un cochon d'Inde. Les enfants typiques ont montré une stratégie commune d'approche de l'animal modulée, entre-autres, par leur genre, leur âge et leur expérience aux animaux. Cette méthode permet aussi l'étude de profils comportementaux généraux ; nous en avons mis quatre différents en évidence : enfants anxieux, enfants prudents, enfants indirects et enfants confiants. Ce dernier profil est commun avec les enfants avec autisme, suggérant une continuité entre leurs comportements et ceux des enfants typiques. De plus, seuls certains enfants avec autisme sont attirés par l'animal non familier - à la différence des enfants typiques qui le sont majoritairement. Une partie des enfants avec autisme portent leur attention vers les êtres humains présents ou changent plus souvent le point focal de leur attention, comportements peu observés chez les enfants typiques.

Enfin, les enfants avec autisme ont présenté une amélioration de deux compétences sociales (*i.e.* offre de partage et offre de réconfort) suite à l'arrivée d'un animal dans leur foyer après l'âge de 5 ans. De tels changements n'ont pas été observés chez des enfants vivant avec un animal depuis leur naissance ou ceux qui n'ont jamais vécu avec des animaux.

Afin de faciliter la lecture de ce manuscrit, nous proposons une représentation synoptique des différentes étapes et des principaux résultats obtenus (Fig. 1). Au cours de cette discussion générale, nous nous attacherons à souligner des liens entre nos travaux et différentes études. Trois grands axes de réflexion ont émergé. Ils s'articulent autour du syndrome autistique, de la relation homme-animal et enfin des interventions assistées par l'animal.

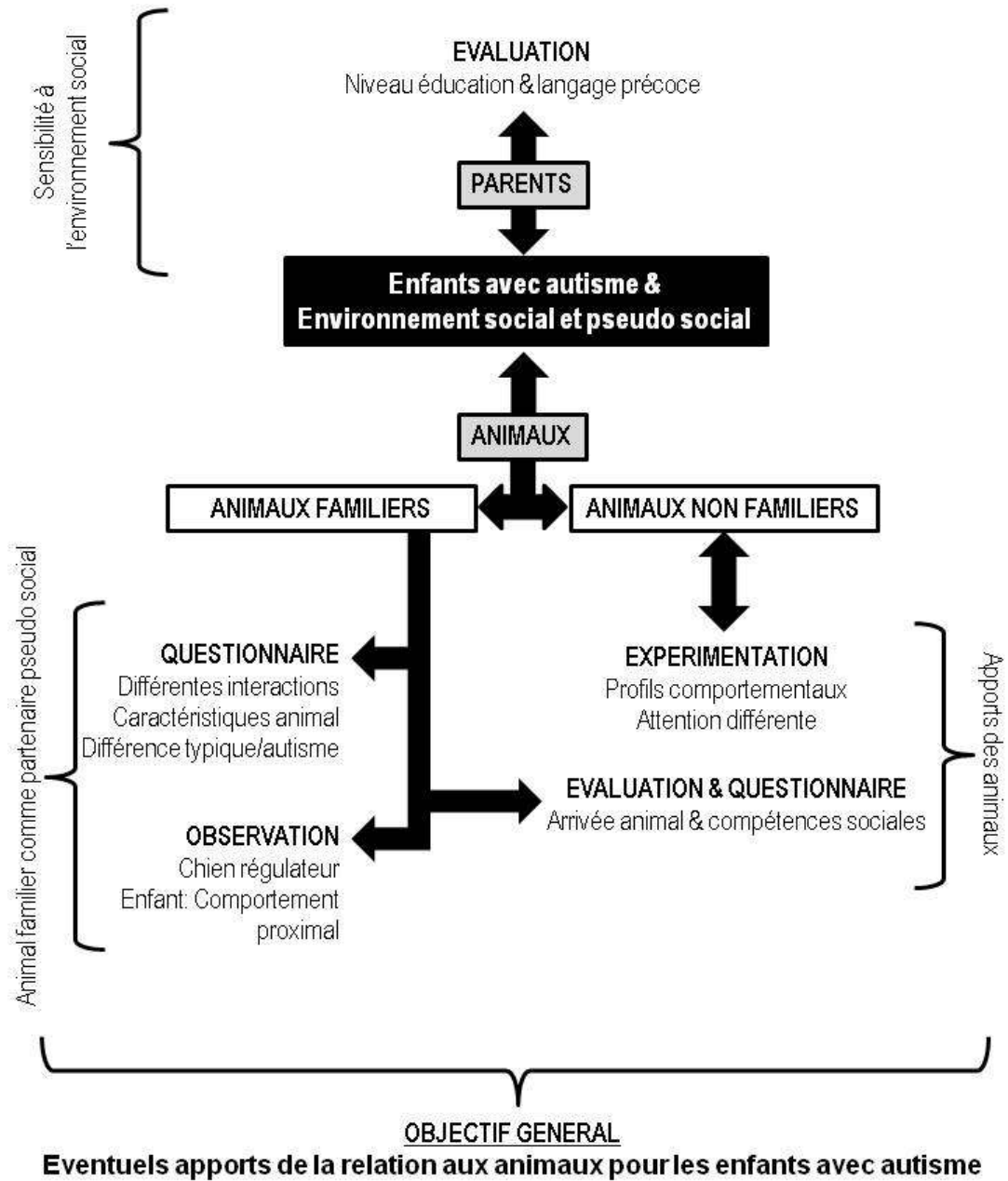


Figure 1 : Représentation synoptique des objectifs et des principaux résultats obtenus au cours de cette recherche

6.1. Le syndrome autistique, de nouvelles perspectives

Tout au long de notre travail de recherche, et notamment grâce à l'étude des interactions avec les animaux, nous avons mis en évidence certains aspects importants. Ils sont à prendre en compte dans l'étude du syndrome autistique et ouvrent de nouvelles perspectives de recherche.

6.1.1. Une question de contexte

Nos résultats révèlent que les enfants avec autisme semblent montrer des comportements d'attention conjointe et de regards mutuels avec leur chien, de façon identique aux enfants typiques (en fréquence et en durée). De plus, les partenaires humains dans le contexte de la *Strange Animal Situation* semblent plus intéresser les enfants avec autisme que les enfants typiques. Ces trois comportements - attention conjointe, regard mutuel et intérêt pour l'homme - sont pourtant considérés comme altérés dans le syndrome autistique (APA, 1994). Nous proposons que leur expression puisse dépendre, en partie, du contexte d'étude et notamment de sa nature.

En effet, de récentes études montrent qu'il existe une variabilité des altérations dans le syndrome autistique selon le contexte d'étude : signes observés et nature de l'évaluateur (Kanne *et al.*, 2009), sensorialité et contexte environnemental (Brown & Dunn, 2010), capacité d'imitation et contexte expérimental (Ingersoll, 2008) ou encore capacité d'empathie et contexte émotionnel (Hudry & Slaughter, 2009). Bien que la résistance aux changements fasse partie de la définition du syndrome autistique (APA, 1994), ce trait comportemental ne serait pas un phénomène global mais plutôt contextuel. Une enquête menée par Green *et al.* (2006) auprès de parents (n=790) a mis en évidence que leurs enfants avec autisme ont accepté les changements dans des situations traditionnellement rapportées comme problématiques (*e.g.* objet déplacé ou égaré ; Kanner, 1943; Lewis & Bodfish, 1998; Wahlberg & Jordan, 2001). En revanche, les situations qui ont semblé causer le plus de problèmes étaient axées sur les activités (*e.g.* retard ou annulation d'activité à venir, interruption d'une activité en cours). Nous pouvons donc supposer que les comportements

caractéristiques du syndrome autistique sont exprimés différemment selon le contexte, suggérant une certaine flexibilité comportementale (voir 6.1.2.)

Les recherches menées en laboratoire incluent souvent la notion d'évaluation de l'enfant. Ce dernier est le point focal de toutes les attentions, ce qui peut revêtir un aspect stressant pouvant conduire à un rejet des interactions (Thorsen *et al.*, 2008). Au contraire, une partie de notre étude, fondée sur une approche naturaliste et non intrusive, par l'observation en milieu habituel et sans notion d'évaluation (*e.g.* consigne donnée à l'enfant avant la *Strange Animal Situation* : "aucun de tes comportements n'est ni bon ni mauvais") pourrait être moins stressante pour l'enfant. Ainsi, l'observation en environnement quotidien pourrait permettre la mise en évidence de comportements non observés dans des contextes différents (*e.g.* situation de laboratoire, situation inhabituelle).

Ainsi, dans l'étude de Thorsen *et al.* (2008), les auteurs comparent les comportements exprimés par de jeunes enfants de 1 an et 2 ans ultérieurement diagnostiqués avec autisme dans deux situations : fête d'anniversaire *versus* moments quotidiens (*e.g.* repas, jeux). Les enfants expriment moins de comportements différents sur les films d'anniversaire et montrent plus de retraits sociaux que sur les films de la vie quotidienne. Les auteurs proposent que la nature même de la situation puisse induire de telles variations comportementales. Les fêtes d'anniversaire amènent des sur-stimulations sensorielles (*i.e.* ambiance sonore, visuelle) et sont une situation inhabituelle pour des jeunes enfants qui se trouvent être le point de convergence de toutes les attentions. Dans notre étude, une proportion importante des enfants avec autisme a présenté une attention particulière envers les personnes présentes - surtout le parent - quand un animal non familier était introduit chez eux. L'intérêt observé pour l'humain est en opposition avec de nombreux auteurs (*e.g.* Dawson *et al.*, 1998, 2005; Kanner, 1943) mais en accord avec l'étude récente de New *et al.* (2010). Cette notion fondamentale nous semble à approfondir dans le cadre du syndrome autistique car elle apparaît comme dépendante du contexte.

Plus largement, nous proposons donc que des études soient menées autour des compétences et des comportements mesurés en fonction du contexte d'étude (*e.g.* approche comparative). Une approche naturaliste, incluant des observations éthologiques, semble être appropriée pour répondre à de telles questions (*e.g.* observation des interactions enfant-chien dans l'environnement quotidien). La notion de flexibilité, que nous allons aborder maintenant, découle de cette réflexion sur le contexte.

6.1.2. Une possible flexibilité

Nous avons observé une certaine flexibilité comportementale des enfants avec autisme dans la rencontre avec un animal non familier. Tous ne présentent pas les mêmes comportements, ces comportements étant liés à différents facteurs propres à l'enfant mais aussi à son environnement, à l'instar des enfants typiques (*e.g.* fratrie, lieu de vie). De façon intéressante, et à la différence des enfants typiques, les enfants avec autisme interagissent différemment avec les animaux selon l'intérêt qu'ils portent aux animaux en général ou qu'ils aient - ou non - des frères et sœurs (*i.e.* servent-ils de modèle ?).

La littérature sur le syndrome autistique fait fréquemment écho à l'incapacité de s'adapter aux changements mineurs dans l'environnement ou dans la vie quotidienne, mais aussi à l'incapacité d'être ouvert à l'environnement social (*e.g.* APA, 1994). Ces comportements pourraient être le reflet d'un manque de flexibilité comportementale (Wahlberg & Jordan, 2001). De façon surprenante, peu de recherches ont été menées pour identifier et définir les situations de vie quotidienne (*e.g.* jeu, interaction) dans lesquelles les personnes avec autisme montrent ces comportements de résistance aux changements. Néanmoins, elles sont cohérentes avec nos résultats, c'est à dire que les enfants avec autisme présentent une flexibilité comportementale (Green *et al.*, 2006, 2007; Peters-Scheffer *et al.*, 2008). Une étude plus ancienne avait supposé que la résistance aux changements de ces enfants varie selon les modifications environnementales rencontrées (Prior & MacMillan, 1973).

De plus, notre recherche suggère que cette sensibilité à l'environnement influence le développement des enfants avec autisme. En effet, le développement précoce de leur langage est sensible aux influences sociales que constitue, par exemple, le niveau d'éducation de leurs parents. Leurs compétences sociales sont améliorées lorsqu'un animal est arrivé dans leur foyer lorsqu'ils avaient plus de 5 ans. Nous supposons que la trajectoire développementale des enfants avec autisme puisse être modifiée selon les expériences qu'ils vont vivre. Ces résultats soutiennent les interventions pendant le développement, en impliquant notamment les parents. En effet, de nombreuses études ont montré des améliorations cognitives générales, langagières, sociales... lorsque les interventions sont mises en place tôt dans la vie et qu'elles sont durables dans le temps (*e.g.* Cohen *et al.*, 2006; Dawson & Osterling, 1997; Howard *et al.*, 2005; Lovaas, 1987; Sallows & Graupner, 2005). Ces résultats ne sont pas propres au syndrome autistique car, dans de multiples situations (*e.g.* handicap physique ou mental), les

interventions précoces et durables ont un effet positif sur le développement en général (*e.g.* Goode *et al.*, 1999; Ionescu, 1990).

Selon certains auteurs (*e.g.* Wahlberg & Jordan, 2001), le manque de souplesse comportementale observé dans les études "classiques" du syndrome autistique pourrait être lié à une plasticité cérébrale restreinte. Le fait que certains enfants avec autisme (notre recherche ; Green *et al.*, 2006, 2007; Peters-Scheffer *et al.*, 2008) présentent une flexibilité comportementale pourrait-il, à l'inverse, suggérer qu'une certaine plasticité cérébrale existe ? Ceci révèle un besoin crucial de recherches sur les processus en jeu dans la flexibilité/résistance, et notamment sur une plasticité cérébrale des personnes avec autisme. L'intégration de mesures biologiques (*e.g.* IRMf¹⁷, MEG¹⁸) dans les protocoles permettrait l'étude des modifications possibles de l'organisation et du fonctionnement cérébral en lien avec des interventions précoces ou, dans notre cas, en lien avec l'arrivée d'un animal.

L'intégration de l'éthologie comme approche complémentaire dans les recherches sur le syndrome autistique, comme dans les troubles du développement en général, a montré ici tout son intérêt. D'une façon générale, l'approche par l'observation en environnement quotidien permet de mettre en évidence des conduites moins contraintes. D'un point de vue méthodologique, nos observations ont été réalisées avec un matériel numérique peu encombrant mais visible, et avec la présence d'un observateur dans la pièce. Nous suggérons qu'il soit employé, à l'avenir, une technologie de pointe. L'utilisation d'un matériel plus discret et l'absence de l'observateur dans l'environnement immédiat de l'enfant (*e.g.* micro caméra, avec plateforme d'enregistrement à l'extérieur de la pièce d'observation) pourraient éviter d'éventuels biais. Néanmoins, la présence d'un observateur lors des sessions a parfois été d'un apport intéressant, en révélant l'intérêt de certains enfants avec autisme pour un humain non familier ; d'où l'intérêt de **multiplier les approches et les situations pour identifier les multiples facettes du syndrome autistique.**

¹⁷ Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle

¹⁸ *Motionless Electromagnetic Generator* ou Générateur Électromagnétique sans Mouvement

6.2. Les relations entre l'homme et l'animal de compagnie

Tout au long de cette recherche, nous nous sommes attachés à caractériser au mieux ce que peuvent être les interactions entre les enfants avec autisme et les animaux de compagnie, qu'ils leur soient familiers ou non, tout en les comparant aux enfants typiques. Nous discutons ici, le lien entre l'enfant typique et l'animal, la compréhension des indices émis par l'animal, puis par l'homme et enfin le rôle du parent dans ces interactions.

6.2.1. L'enfant et l'animal

Bien que le lien entre l'enfant typique et l'animal ne soit pas le sujet central de notre travail, nos recherches ont permis de mettre en évidence différents aspects. Tout d'abord, les enfants typiques présentent un fort intérêt pour les animaux en général (*e.g.* à la télévision, dans la rue). Ce fait, rapporté par les parents, est en accord avec les observations que nous avons réalisées en milieu familial : la majorité des enfants vont directement vers un animal non familier puis focalisent leur attention sur lui durant toute l'expérience. Ces résultats font écho à l'hypothèse de biophilie (*i.e. biophilia hypothesis* ; Wilson, 1984) qui affirme l'existence, chez l'homme, d'un besoin fondamental d'affiliation à la nature et aux êtres vivants. Ainsi, les humains seraient intrinsèquement attirés et intéressés par les animaux de compagnie (Kahn, 1997). Cependant, les interactions sont différentes selon l'animal impliqué. Nous supposons que l'intérêt puisse l'être aussi selon l'espèce, mais aussi sa taille et son apparence. A l'instar de l'étude de Baker *et al.* (2005), les chats, les chiens et les lapins devanceraient les rongeurs, les poissons et les oiseaux ; les autres espèces n'étant que peu impliquées dans des interactions avec les enfants typiques. De façon générale, la préférence suit le degré d'appartenance phylogénique des espèces. Les mammifères sont préférés aux oiseaux, qui sont eux-mêmes préférés aux reptiles et aux poissons (Baker *et al.*, 2005). Ceci correspond au fait que les animaux dits "à poils" sont le plus souvent impliqués dans les interactions avec les enfants typiques ; tout comme les animaux de compagnie de taille moyenne dans le cadre de notre recherche. Ces classifications (*e.g.* facteurs de taille ou d'apparence de l'animal) semblent intéressantes à intégrer aux études sur les relations avec les animaux, notamment dans le cadre des interventions assistées par l'animal (voir 6.3.1.).

Nous avons recensé, par le biais du questionnaire parental, les interactions basiques qui ont lieu entre l'enfant typique et l'animal (*e.g.* tactile, visuelle, jeu, soin). Par des observations directes, nous avons confirmé que les interactions visuelles et tactiles, très souvent évoquées par les parents entre l'enfant et son chien, sont très présentes. Ceci corrobore les études précédentes ayant porté sur des enfants plus jeunes (*e.g.* Filiatre *et al.*, 1986, 1988; Millot *et al.*, 1988). Il est intéressant de noter la faible représentation des interactions de soin (*e.g.* nourrissage, brossage) quelque soit l'animal impliqué. En effet, dans les familles occidentales, ce sont les mères qui s'occupent en priorité du soin aux animaux (Jegatheesan *et al.*, 2010). Cette situation et plus largement les relations aux animaux de compagnie diffèrent selon la culture, la religion, le système économique ou l'histoire des populations étudiées (*e.g.* Turner, 2010). Par exemple, des étudiants nord-africains ont une vision négative du chien en tant qu'animal de compagnie, ne pouvant concevoir qu'ils soient un animal de soutien comme dans les interventions assistées par l'animal (Gerbaud *et al.*, 2010) alors que notre vision française apparaît comme opposée (*e.g.* animal préféré des français avec le chat; FACCO TNS, 2008). **Le paramètre culturel dans les relations homme-animal reste peu étudié alors que les connaissances qui en découleraient pourraient avoir une influence sur différentes applications dans notre société mondialisée et de brassage des populations** (*e.g.* droit des animaux, interventions assistées par l'animal).

Toutefois, au sein d'une même culture, d'une même religion ou d'une même histoire, les interactions ne sont pas standardisées : elles sont modulées par différents facteurs. Les caractéristiques de l'animal (*e.g.* être arrivé avant la naissance de l'enfant ; Filiatre *et al.*, 1986; raison d'adoption, Macdonald, 1981) et de l'enfant (*e.g.* âge, Melson, 1988; genre, Rost & Hartmann, 1994) sont importantes dans notre étude. Les interactions avec les animaux familiers mais aussi les comportements face à un animal non familier sont aussi modulés en fonction de l'environnement social de l'enfant (*e.g.* fratrie, Melson & Fogel, 1996; Rost & Hartmann, 1994; situation socioéconomique des parents, Melson, 1988). Par exemple, les aînés d'une fratrie adoptent plutôt un profil *prudent* face au cochon d'Inde (*e.g.* observent l'animal et lui parlent plutôt que le touchent). Nous avons montré que les enfants issus d'une famille monoparentale ont plus d'interactions avec leur animal que ceux issus d'une famille biparentale (*e.g.* jeu, interaction tactile). L'enfant cherche-t-il de l'affection ou du réconfort auprès de son animal, comme le suggèrent différents auteurs (*e.g.* Montagner, 1995) ? Enfin, les expériences avec les animaux sont importantes (*e.g.* Bowd, 1984, Pagani *et al.*, 2007, Paul & Serpell, 1993) et modulent les interactions, tant avec les animaux familiers que non

familiers (*e.g.* les enfants *prudents* ont des animaux chez eux). Enfin, à la différence de nombreux auteurs, nous n'avons pas mis en évidence un effet du sexe de l'animal (*e.g.* Filiatre *et al.*, 1986), possible conséquence de la castration (Mertens & Turner, 1988) ou d'un effet de genre peu marqué chez les animaux de notre recherche (*e.g.* chez les poissons). De plus, le fait d'être enfant unique n'apparaît pas comme un facteur influant dans notre travail alors que certains l'avaient initialement montré dans les relations enfant-chien (Filiatre *et al.*, 1986; Millot *et al.*, 1988). Enfin, en accord avec la majorité des auteurs (*e.g.* Poresky & Hendrix, 1990), l'environnement physique des enfants (*e.g.* milieu urbain/rural, maison/appartement) ne semble pas ou peu influencer les interactions, ou tout au moins, sa moindre influence pourrait être effacée par d'autres aspects plus importants (*e.g.* environnement social). D'autres facteurs, non identifiés à ce jour, pourraient se révéler tout aussi importants. De plus, notre recherche s'est limitée à certaines interactions basiques. Ainsi, il serait intéressant de la compléter par d'autres facettes des interactions, que nous n'avons pas abordées ici. Elles pourraient (1) concerner les aspects verbaux (*e.g.* l'enfant parle-t-il à son animal ? de son animal ?) et d'autres facteurs potentiellement importants (*e.g.* présence d'autres animaux à domicile, qualité du lien établi, sentiments des parents envers l'animal), ainsi que (2) croiser les informations obtenues directement des enfants avec celles rapportées par leurs parents (MacDonald, 1981).

Revenons enfin sur l'aspect particulier de la première rencontre avec un animal non familier. Aller directement vers l'animal et le toucher sont des comportements classiques dans cette première rencontre (chat : Mertens & Turner, 1988; cochon d'Inde : notre recherche, lapin : Ricard & Allard, 1993), tout comme le peu de conduites verbales (chat : Mertens & Turner, 1988; cochon d'Inde : notre recherche). Ceci correspond à ce que nous avons identifié comme un profil *confiant* où une grande partie des enfants n'a pas d'animaux à la maison et pratique l'équitation. Ainsi, être exclusivement familier avec de grands animaux, dans une situation extrêmement contrôlée (*e.g.* chevaux en centre équestre), ne pourrait-il pas conduire à une confiance exagérée de la part des enfants, notamment envers les petits animaux ? Ce type de comportements proximaux (*e.g.* contact tactile), non problématiques dans notre étude (*i.e.* le cochon d'Inde est un animal placide, ici, ayant été entraîné aux diverses manipulations humaines) pourrait se révéler plus dangereux dans d'autres situations. Par exemple, les personnes mordues ou blessées par les chiens sont les plus souvent de jeunes enfants (*e.g.* Rosado *et al.*, 2009), dans des contextes bien particuliers, notamment où le chien est surpris pendant son repas ou son sommeil (*e.g.* Greenhalgh *et al.*, 1991). Ainsi, il est important

d'apprendre à identifier la signification des attitudes des animaux, afin d'adapter son comportement (*e.g.* un chien montre les dents et remue la queue, que dois-je faire ?). Pour l'enfant, il est tout aussi important de lui donner des règles de bonne conduite face à un animal inconnu (*e.g.* demander au maître avant de le toucher) que connu (*e.g.* ne pas déranger son animal s'il celui-ci mange). **Nous proposons qu'un travail de pédagogie et de prévention soit mis en place dès le plus jeune âge et tout au long de la vie, aussi bien pour les propriétaires que les non- propriétaires d'animaux de compagnie.**

6.2.2. La compréhension des indices émis par l'animal

Seule une partie des enfants avec autisme de notre recherche semble attirée par les animaux qu'ils ne connaissent pas. Ils présentent des points communs, à savoir un fort intérêt pour les animaux en général, la présence d'animaux chez eux et surtout l'existence d'une relation privilégiée entre eux et un animal familier. De plus, l'observation directe a montré que les enfants - typiques et avec autisme - se comportent de façon similaire avec leur chien.

Rappelons que l'hypothèse de Redefer & Goodman (1989) propose que les animaux soient plus faciles à décoder que les êtres humains pour une personne avec autisme car ils ont des comportements simples, répétitifs et non verbaux ; ce qui les rend potentiellement plus attractifs. Or, cette hypothèse ne semble pas expliquer l'ensemble de nos résultats puisque certains enfants avec autisme n'ont pas montré d'attraction pour un animal qu'ils ne connaissaient pas alors que d'autres ne diffèrent pas des enfants typiques dans leurs comportements envers leur chien familier. Nous n'excluons pas que l'espèce impliquée dans les interactions puisse intervenir dans les résultats de notre étude. Néanmoins, cette variabilité comportementale pourrait être modulée par le degré de connaissance des animaux qu'ont les enfants. Nous proposons donc une hypothèse modifiée : **l'animal ne serait pas plus facile à décoder que l'homme, *per se*, mais c'est plutôt l'expérience et la qualité des liens avec différents animaux que les enfants avec autisme ont développé, qui pourraient faire de l'animal - familier ou non familier - un partenaire plus facile à comprendre et donc potentiellement plus attractif.**

Q., jeune garçon avec autisme de 10 ans, est une bonne illustration de cette hypothèse. Passionné par tous les animaux à plumes, il a mis en place une relation individuelle avec

chacune de ses poules. Il en fait fréquemment venir une dans sa chambre, alors que cela lui est interdit. Pour éviter de laisser toute trace de sa présence, il anticipe la défécation et est capable de poser un papier sous la poule au bon moment. Ce comportement sous-entend une certaine théorie de l'esprit, notamment la capacité à comprendre les intentions d'autrui et à les anticiper. Ainsi, ce lien particulier permettrait une meilleure compréhension des indices émis par l'animal, comme le suggèrent Bahlig-Pieren & Turner (1999). Dans leur expérience, des vidéos et des images de chats et de chiens ont été regardées par des adultes propriétaires ou non d'animaux. Ce sont les propriétaires de chats et de chiens qui ont le mieux interprété les comportements des animaux qu'ils observaient. Cependant, si l'interprétation des comportements d'un autre être humain est largement étudiée (*e.g.* Frigerio *et al.*, 2002), les données scientifiques sont plus rares concernant l'interprétation des comportements émis par les animaux. En effet, les études s'intéressent principalement à l'interprétation des vocalisations (chat : Nicastro & Owren, 2003 ; chien : Molnar *et al.*, 2006; Pongracz *et al.*, 2005, 2006; cochon domestique : Tallet *et al.*, 2010). Plus récemment, Marshall-Pescini *et al.* (2009) ont montré que de jeunes enfants utilisent la position des oreilles et la gueule du chien pour les catégoriser comme "bons" ou "mauvais". Par exemple, les photos de chiens avec la gueule ouverte et les dents visibles sont le plus souvent jugées comme "mauvaises". **D'autres recherches sont nécessaires, notamment dans le cadre d'une approche comparative avec des personnes avec autisme, dans des interactions interspécifiques (*e.g.* posture de l'animal) afin d'affiner les connaissances sur les indices utilisés par l'homme. Ces travaux permettraient la confirmation - ou non - de notre hypothèse.**

Dans nos résultats, il apparaît que ce n'est pas tant la présence de l'animal, *per se*, qui est importante mais plutôt la qualité des liens établis avec l'animal (*i.e.* relation privilégiée ou non ; dichotomie simple et peut-être même simpliste). Les apprentissages exceptionnels qu'ont présentés certains animaux au contact de l'homme en sont un exemple (*e.g.* Alex le perroquet gris du Gabon ; Pepperberg, 1997). Les compétences de ces animaux, issues d'un apprentissage intensif, ont été possibles grâce à la qualité du lien qu'ils avaient établi avec leurs partenaires humains. Ce lien fort se crée autour d'interactions positives, diverses et répétées dans le temps (Hinde, 1996). Aussi, une telle relation pourrait être plus facilement mise en place avec un animal à la maison, dont la présence est quotidienne et se décline autour de différents pôles d'interactions. Le lien existant avec un animal familier, évoluant dans l'environnement quotidien de l'enfant, est certainement plus durable et plus significatif, que le possible lien établi lors d'interventions assistées par l'animal, car les interactions sont

plus ponctuelles dans ce contexte. Néanmoins, **la question de la qualité du lien est à explorer en profondeur, tant sur les liens établis par l'animal avec son (ses) partenaire(s) humain(s) que ceux que l'homme a lui-même établi avec cet animal ou avec les animaux d'un certain type** (*e.g.* espèce, lieu de rencontre).

Si le degré d'expérience, la qualité du lien établi et l'intérêt que portent les enfants avec autisme aux animaux permettent une interprétation plus facile des indices, il est légitime de s'interroger sur les processus impliqués, et notamment sur le processus de généralisation. Certains enfants avec autisme, moins sévèrement atteints, pourraient ainsi acquérir une expérience aux animaux transférables aux interactions futures et aux autres espèces. La capacité à généraliser pourrait être alors liée aux capacités cognitives moins sévèrement atteintes. Cette vision transversale est alors indépendante du domaine cognitif considéré. L'alternative à cette hypothèse serait *domain-specific* (*i.e.* spécifique au domaine). Les capacités de généralisation ne porteraient potentiellement que sur le domaine "animal" et un effet de familiarité aux animaux pourrait être engagé. Au delà de la simple question de la causalité, les deux termes de l'alternative ont différentes conceptions dont les conséquences pourraient être testées de façon contrastée.

6.2.3. La compréhension des indices émis par l'homme

La communication entre les hommes et les animaux n'est pas unidirectionnelle. Aussi, il est intéressant d'aborder le point de vue de l'animal face au partenaire humain. Notre recherche a montré que la fréquence de retrait du chien était plus importante lors d'interactions avec les enfants avec autisme comparée aux enfants typiques. De plus, en comparaison des parents d'enfants typiques, les parents d'enfants avec autisme rapportent moins d'interactions avec certaines espèces comme le chien ou le chat. Elles peuvent être considérées comme *libres de leurs mouvements* (*e.g.* non contraintes par une cage) et donc libres d'interagir ou non avec l'homme. Nous pouvons donc nous interroger sur ces résultats en termes de compréhension par l'animal des indices émis par le partenaire humain, en particulier avec autisme. Nous proposons donc une hypothèse réciproque à celle de Redeker & Goodman (1989) : **les comportements exprimés par les enfants avec autisme pourraient**

être plus difficiles à décoder pour les animaux que ceux utilisés par les enfants au développement typique.

Nous avons vu au cours de l'introduction générale qu'il existe peu d'informations sur les indices émis par le partenaire humain et utilisés par les animaux de compagnie. Ces derniers semblent sensibles aux indices olfactifs (chien: Millot, 1994), posturaux (chien: Vas *et al.*, 2005), à la direction du regard, du pointage ou encore à l'orientation du corps (*e.g.* chien: Miklosi *et al.*, 1998, 2005; Udell *et al.*, 2008; chat: Miklosi *et al.*, 2005). Dans des situations ambiguës où le partenaire humain exprime des comportements opposés (*e.g.* pointage d'une boîte vide alors qu'habituellement, ce geste indique où se trouve la nourriture), le chien peut hésiter, voire refuser de participer à l'expérience (Szetei *et al.*, 2003; Miklosi, communication personnelle, IAHAIO 2010). Si le chien, ou par extension les animaux de compagnie, ne comprennent pas le sens des indices émis par le partenaire humain, la communication avec l'homme pourrait être plus difficile voire interrompue.

Nous supposons que de tels éléments entrent en jeu dans la relation aux personnes avec autisme. En effet, certaines d'entre-elles utilisent des codes ou des séquences de comportements ritualisées (*e.g.* Leekam *et al.*, 2007), des comportements non appropriés dans des contextes sociaux (*e.g.* Tardif *et al.*, 1995) qui, doublés de stéréotypies verbales et cognitives, pourraient devenir des signaux peu compréhensibles pour les animaux de compagnie. De plus, les enfants avec autisme n'utilisent pas les gestes de pointage à des fins déclaratives ou de partage d'attention (Camaioni *et al.*, 2003; Mundy *et al.*, 1986), alors que ce sont des indices fréquemment utilisés par les chiens (*e.g.* Miklosi & Soproni, 2006 pour une revue). L'incompréhension des indices émis par l'humain avait été préalablement évoquée pour expliquer les retraits des chiens lors d'interactions avec de jeunes enfants (*i.e.* autour de 2 ans ; Millot *et al.*, 1988).

Des études devront être menées afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle les comportements exprimés par les enfants avec autisme pourraient être plus difficiles à décoder pour les animaux que ceux utilisés par les enfants au développement typique. Elle pourrait être validée, entre autres, par des recherches approfondies sur (1) la qualité des comportements utilisés par les enfants avec autisme en interaction avec leur animal et (2) l'ajustement comportemental des enfants aux signaux émis par l'animal. Par exemple, il serait demandé à des enfants, typiques et avec autisme, de donner des ordres simples à un chien - familial ou non - du type "couché", "assis"... La production verbale, l'orientation du regard ou

du corps pourraient être étudiées en fonction de la réussite ou de l'échec de l'animal à la tâche. Savoir si les chiens comprennent les indices émis par une personne avec autisme et si ceux-ci diffèrent des indices émis par les personnes typiques, apporterait un éclairage sur l'utilisation des chiens comme co-thérapeutes. En effet, nous interrogerons ici les compétences acquises lors de leur apprentissage. Leurs permettent-elles, d'une part, de mieux décoder les indices ambigus ou contradictoires émis par l'homme, comme ceux émis par des enfants avec autisme ? Ou, au contraire, leurs permettent-elles de décoder plus finement les indices émis - consciemment ou non - par le thérapeute (ou leur maître) ? Ces indices pourraient alors guider le chien dans ses interactions avec l'enfant. L'interdépendance de ces deux hypothèses n'est pas à exclure. La question d'une tierce personne dans la relation est donc à questionner.

6.2.4. Le rôle du parent

Notre recherche montre que les enfants avec autisme sont sensibles à leur environnement. Le développement de leur langage précoce est lié au niveau d'éducation de leurs parents, à l'instar des enfants typiques (Hoff, 2006). Cet apprentissage dépend aussi, chez les enfants typiques, de la qualité de l'investissement fourni par les parents (Hoff, 2006). Un apprentissage directif (*i.e.* ordre) semble être moins "efficace" qu'un apprentissage collaboratif (*i.e.* encouragement) (Hoff *et al.*, 2002). Nous supposons que la qualité de l'investissement fourni par les parents peut en partie influencer le développement du langage chez les enfants avec autisme. Nous questionnons aussi le fait que cette influence puisse exister sur d'autres compétences sociales altérées dans le syndrome autistique (*e.g.* compétences évaluées par l'ADI-R ; Sallows & Graupner, 2005). Cette influence est néanmoins restreinte par les altérations biologiques de base (*e.g.* Schopler *et al.*, 1989). Par exemple, des anomalies du cervelet ont été régulièrement identifiées comme un des traits caractéristiques dans le syndrome autistique (Courchesne *et al.*, 1988; Pierce & Courchesne, 2001) qui peuvent avoir un impact sur le fonctionnement cognitif général, la cognition spatiale mais aussi le développement du langage (Schmahmann & Sherman, 1998). Seuls certains systèmes (*e.g.* cognitifs, émotionnels) ont un potentiel de récupération, et donc, les améliorations dépendent de la nature-même de la déficience neurologique initiale (Helt *et al.*, 2008). De plus, certains auteurs invoquent une "zone de modification" (Ramey & Ramey, 1998) durant laquelle la trajectoire comportementale de l'enfant avec autisme pourrait être

influencée au maximum. En définissant des "âge-clés", les recherches permettraient certainement l'amélioration des prises en charge et des récupérations des personnes avec autisme, par exemple dans le cadre des interventions assistées par l'animal.

L'influence des parents s'étend au delà de la sphère sociale - au sens strict - de l'enfant puisqu'elle intervient dans la relation des enfants aux animaux (*e.g.* Endenburg & Baarda, 1995 ; pour une revue). Elle apparaît en filigrane dans l'ensemble de notre travail, notamment par le biais des prises de responsabilités vis-à-vis des animaux familiers. Cette interaction est aussi souvent rapportée par les parents d'enfants typiques que par les parents d'enfants avec autisme, suggérant que l'animal est un possible vecteur d'éducation (*e.g.* apprentissage de l'autonomie).

Nous proposons une illustration grâce au cheval, et notamment sur les relations intraspécifiques jeune-parent et interspécifiques, avec l'être humain. La jument joue un rôle de médiateur important dans les relations que son jeune établit avec l'homme (Henry *et al.*, 2005). Ainsi, le poulain est d'autant plus enclin à approcher un humain non familier si le comportement de sa mère envers ce dernier est positif (*e.g.* absence d'agression, intérêt marqué pour l'homme ; Henry *et al.*, 2006). À l'inverse, un poulain élevé par une mère très "protectrice" prend contact avec un humain plus tardivement qu'un poulain élevé par une mère moins "protectrice" (Henry *et al.*, 2005). Par ailleurs, la qualité de l'attachement mère-jeune peut être déterminante. Un jeune poulain non sécurisé dans sa relation à sa mère sera plus réticent à s'éloigner de celle-ci pour explorer son environnement (Henry *et al.*, 2009), phénomène aussi observé chez le jeune humain (*e.g.* Ainsworth *et al.*, 1978).

Nous supposons donc, qu'à l'instar du développement du langage (Hoff, 2006), la façon dont les parents vont intervenir, module les interactions qui se déroulent entre l'enfant et l'animal. Certaines caractéristiques comportementales du parent (*e.g.* être directif ou non, protecteur ou non) vont-elles influencer les interactions sociales en général, et les interactions entre l'enfant et l'animal en particulier ? Si tel était le cas, nous suggérons que les interventions des parents influencent la force du lien établi entre l'enfant et l'animal, en le renforçant ou, au contraire, en l'affaiblissant. Être trop directif, trop protecteur ou impliqué dans les interactions entre l'enfant et l'animal pourrait conduire, dans certains cas, à l'inverse de l'effet escompté, allant même jusqu'à la rupture de l'interaction. Ces aspects rappellent donc qu'étudier la dyade enfant-animal ne suffit pas à embrasser toute la diversité et toute la complexité des relations qu'ils établissent. **La qualité de l'intervention des parents reste un**

élément difficile à apprécier et de plus amples recherches permettront de mieux comprendre ce phénomène. De même, de nouveaux travaux de recherches permettront de mieux cerner le rôle des parents, notamment dans la mise en place de la relation enfant-animal et dans la qualité du lien établi.

6.3. Applications possibles dans les interventions assistées par l'animal

Nous avons inscrit notre problématique en amont de la question relative aux interventions assistées par l'animal (IAA). Néanmoins, notre travail amène des pistes de réflexion tant sur la conception des IAA que sur les recherches à mener pour mieux les comprendre.

6.3.1. De la conception à la réalisation

- *Au préalable*

La base de toute intervention repose, en partie, sur sa définition et sa pratique. Néanmoins, force est de constater qu'il y a absence de consensus à leur propos dans le cadre des IAA (Samuels *et al.*, 2006). Actuellement, la Delta Society aux Etats-Unis tente de fédérer les pratiques autour de la définition suivante d'une IAA : c'est "*une intervention individuelle ou en groupe au cours de laquelle un animal, répondant à des critères spécifiques et introduit par un intervenant qualifié, fait partie intégrante du processus thérapeutique. Le but est d'améliorer le fonctionnement cognitif, physique, émotionnel ou social d'une personne. Cette pratique doit être documentée et évaluée*".

Avant toute mise en place d'une IAA, différents aspects doivent être abordés. Nous avons montré, au cours de notre travail de recherche, que de nombreuses idées reçues sur le lien entre les enfants avec autisme et les animaux doivent être reconsidérées (*e.g.* les enfants avec autisme ne sont pas tous attirés par les nouveaux animaux). Ces idées préconçues peuvent avoir un impact négatif sur les IAA. Très souvent, les personnes (*e.g.* thérapeute, parent) ont un *a priori* très positif, voire salvateur, envers l'animal et les bienfaits qu'il peut apporter. Or, voir en l'IAA un *remède miracle* peut conduire à une grande déception si le patient n'atteint

pas les objectifs fixés - quelques fois irréalisables (Odendaal, 2000). À l'inverse, le personnel et même certains patients des structures d'accueil ont pu se révéler réticents à l'arrivée d'un animal. Par exemple, la moitié des patients d'un service de gériatrie affirmaient que l'arrivée d'un chien serait une source de désagréments (*e.g.* hygiène, odeurs, morsures). Cependant, après vingt-deux semaines de présence, l'ensemble des patients reconnaissaient que le chien n'avait occasionné aucun trouble (Winkler *et al.*, 1989). De tels clichés négatifs peuvent même être à l'origine de l'arrêt des programmes d'IAA (Heimlich *et al.*, 2001). **Un travail de pédagogie et de prévention, qui rassemblerait scientifiques, praticiens et personnels techniques, semble une bonne alternative pour pallier à ces problèmes.**

En outre, l'utilisation d'une IAA ne doit pas être perçue comme une approche applicable à tous. Elle n'est pas recommandée dans certaines pathologies ou pour certains individus (*e.g.* allergies, agressivité ; Levinson, 1962). Par exemple, les actes de maltraitance des animaux, notamment par les enfants avec autisme, sont sous-estimés (Bergstrom *et al.*, sous presse).

La mise en place de l'IAA repose aussi sur le choix de l'animal. Chaque personne étant unique et chaque intervention ayant son propre but, il est important d'avoir une réflexion poussée sur la catégorie d'animaux, l'espèce et même l'individu impliqué. Ce choix devra être un compromis entre l'intérêt de l'enfant pour certaines espèces, ses expériences passées auprès des animaux, les moyens disponibles pour l'IAA (*e.g.* coûts, espaces disponibles, ville/campagne) et le(s) but(s) à atteindre (*e.g.* développement langage, motricité). En effet, les enfants n'adoptent pas les mêmes comportements selon l'espèce impliquée (*e.g.* Nielsen & Delude, 1989), mais aussi en fonction de sa taille ou sa texture. Une réflexion autour de la sensorialité est d'autant plus importante dans le cas d'une IAA menée avec des personnes avec autisme (*i.e.* présence d'altérations sensorielles comme l'audition ; Leekam *et al.*, 2007). Notre travail a aussi mis en évidence que l'expérience aux animaux (*e.g.* pratique d'une activité, avoir un animal chez soi, problèmes antérieurs) conditionne le type d'interactions que les enfants vont spontanément avoir avec un animal qui leur est non familier. **Il est nécessaire de mettre en place un guide méthodologique et technique qui permettrait de choisir au mieux cet animal** (propositions, 6.3.2.).

De façon plus large, une démarche est à entreprendre autour de la planification des IAA en accord avec les différentes personnes qui suivent l'enfant (incluant les thérapeutes, les parents, les éducateurs et les enseignants). D'une part, il y a une réflexion à mener sur ce que doit amener l'IAA. Ces objectifs doivent être détaillés et réalisables sur le court terme afin de

stimuler l'enfant mais aussi les personnes qui l'entourent (Beck & Katcher, 2003). D'autre part, la structure de l'IAA doit être pensée en amont. Notre recherche a mis en évidence que la relation établie avec son animal pouvait dépendre (1) du lieu de vie de celui-ci et donc, en partie, du lieu où l'enfant peut interagir avec lui, (2) mais aussi de l'environnement social (*e.g.* présence d'une fratrie). Ainsi, il est important de questionner le lieu de l'IAA (*e.g.* extérieur, intérieur, à domicile, lieu non connu) mais aussi sa conception (*e.g.* en groupe ou individuel, fréquence, durée).

▪ ***Au cours des interventions assistées par l'animal***

Nous n'aborderons ici que quelques aspects inhérents au déroulement de l'IAA. Notre méthode de la *Strange Animal Situation* a montré tout l'intérêt de laisser l'enfant libre dans sa primo-approche avec l'animal, révélant des profils comportementaux divers. Ainsi, au début de la première séance d'IAA, il serait intéressant de laisser l'enfant interagir avec animal, sans l'intervention d'un tiers. Dans la mesure du possible, il serait intéressant de mener les observations dans l'environnement quotidien. À l'aide d'une grille comportementale à codage simple - comme celle développée dans notre recherche, il serait alors possible de détecter des traits comportementaux de l'enfant. Cette observation serait le préliminaire aux futures sessions et permettrait d'affiner les objectifs initiaux de l'IAA. Elle pourrait être reproduite et validée à plusieurs étapes pour estimer les progrès et les acquis, en proposant à l'enfant l'approche spontanée soit de l'animal co-thérapeute connu soit d'un animal non familier de même espèce ou d'une espèce différente de l'animal co-thérapeute.

Savoir observer est essentiel pour la réussite des IAA. Par exemple, au cours d'une séance, l'observation de l'enfant et de l'animal permet la détection de signes de détresse (*e.g.* enfant : pleurs, renfermement ; animal : vocalisations aversives, position des oreilles, du corps ; exemple du chien, Serpell, 1995). Une adaptation immédiate serait donc possible, évitant ainsi de mettre en danger le bien-être des deux partenaires. Pour cela, il apparaît essentiel d'augmenter la formation des personnes et personnels encadrant les IAA.

Un carnet de bord des sessions, incluant l'observation initiale des comportements spontanés, permettrait un suivi de l'enfant. Il pourrait être transmis d'une année sur l'autre, complété à la fois par les différentes personnes intervenantes dans le cadre des IAA mais aussi par les parents sur d'autres activités avec les animaux, incluant les animaux familiers.

- ***Provisoirement ou définitivement, finir une intervention assistée par l'animal***

Cette question est, à notre connaissance, peu abordée dans la littérature. De par leurs interactions régulières, l'enfant et l'animal peuvent avoir mis en place une relation plus ou moins forte. De cette relation, nous avons montré que certains progrès étaient possibles.

D'un point de vue éthique, il n'est pas possible de rompre la relation entre l'enfant et l'animal sans préparation, que cela soit à la fin d'une séance d'IAA ou encore plus, lors de la fin du cycle de l'IAA. On peut légitimement penser que cette rupture provoque des moments de tristesse ou cause de possibles dégâts psychologiques comme dans le cas de trouble de l'attachement. Des dispositions devraient être prises, par exemple, pour permettre à l'enfant de revoir l'animal sur une base moins formelle. Plus largement, une réflexion autour de ce moment particulier des IAA est à mettre en place. Des aspects plus spécifiques, comme la pré-retraite d'un animal co-thérapeute, ou sa mort prématurée, doivent être intégrée aux IAA (*e.g.* l'arrivée d'un autre animal est-elle prévue ? comment annoncer la nouvelle aux patients ?).

6.3.2. La recherche et les interventions assistées par l'animal

- ***Améliorer la méthodologie pour l'étude des IAA***

S'il existe un consensus dans les IAA, il se construit autour des problèmes méthodologiques auxquelles sont sujettes la majorité des études (*e.g.* Beck & Katcher, 2003; Griffith, 1992; McNicholas *et al.*, 2009 pour une revue). L'évaluation des IAA est un processus complexe de par le nombre de facteurs connexes qu'il importe de contrôler (*e.g.* attentes de l'observateur, nouveauté de la situation, interférence avec d'autres types de traitements en cours ; Beck & Katcher, 1984 ; Servais, 1999).

Outre les facteurs à contrôler, une réflexion sur la mise en place du protocole est essentielle. Dans un premier temps, **la population cible est à définir clairement** (*e.g.* diagnostic, tranche d'âge précise, autres thérapies suivies), **doit être de taille suffisante et appariée à un groupe contrôle** (*e.g.* population typique, population suivant une autre thérapie sans animaux). De plus, il faut inclure une évaluation précise avant l'IAA, pendant et

après, à court, moyen et long terme, dans la structure de l'étude. Les outils utilisés doivent être aussi complémentaires que possible (*e.g.* observation directe, questionnaire aux parents et au thérapeute, échelle cotée par une personne "naïve" ou par un professionnel). Il est nécessaire que le nombre de séance d'IAA soit identique pour tous les participants. L'animal impliqué doit être décrit avec précision et si possible, être le même pour tous les participants et toutes les séances. Dans le cas contraire, la variable "animal" devra être contrôlée. Cette liste de recommandations est loin d'être exhaustive et nécessite d'être complétée en fonction de l'approche adoptée.

▪ *Développement d'outils*

Différentes pistes, non exclusives, pourraient aider dans le choix de l'animal pour l'enfant, choix qui se fait aussi en dehors des IAA. Zapf & Rough (2002) proposent ce type d'outil quand l'espèce co-thérapeute a déjà été choisie. Ils ont créé une méthode facilitant l'appariement entre un chien et une personne atteinte d'un handicap physique. Ils prennent en compte les attentes du bénéficiaire concernant l'animal, sa connaissance des besoins et des comportements de l'animal ainsi que les conditions dans lesquelles un chien d'assistance serait utile. Ils définissent également les conditions dans lesquelles, cette aide ne serait pas appropriée. Maurer (2007) rappelle en effet que le développement d'outils permettant de sélectionner l'espèce animale la plus adaptée serait un atout pour l'amélioration des IAA.

Nous proposons ici des pistes de réflexion plus larges où le choix de l'animal commence par le choix de l'espèce la plus appropriée. Tout d'abord, un questionnaire parental pourrait constituer un point de départ. Sur la base de notre recherche, nous proposons qu'il inclue les différentes expériences aux animaux vécues par l'enfant : (1) présence d'animaux à la maison, (2) présence d'animaux dans son entourage proche, (3) type de relation établie, (4) pratique d'activités en lien avec les animaux, (5) intérêt pour les animaux en général, (6) antécédent(s) négatif(s) avec les animaux. Les informations relatives à chaque animal devront être les plus exhaustives possibles (*e.g.* espèce, âge, contexte de rencontre). D'autres aspects plus généraux peuvent être inclus (*e.g.* environnement de vie, structure familiale, fratrie).

A ce questionnaire parental peut être ajoutée une tâche simple à proposer à l'enfant pour déterminer son animal préféré. Par exemple, cela pourrait être envisagé par le biais d'un

questionnaire ou choix sur images (Maurer, 2007). Dans le cas où les enfants ne disposent pas du langage ou de capacités cognitives suffisantes, un paradigme comme celui de l'assortiment par paires est à développer (Celani, 2002). De plus, des carrés de tissus recouverts de plumes, de poils, de laine... (e.g. livre pour enfants) permettraient l'étude des préférences sensorielles. Il est nécessaire de prendre en compte les affinités des enfants, puisque l'apprentissage est d'autant plus efficace qu'ils sont émotionnellement investis (Vygotsky, 1978). De même, ces approches permettraient le ciblage des animaux "non préférés" et donc à éviter. Une alternative serait d'observer les comportements de l'enfant en présence de différentes espèces animales grâce à une approche directe, basée sur la méthode de la *Strange Animal Situation*. Cette situation est à renouveler au cours de la vie car les comportements et le degré d'affinité pour l'animal peuvent évoluer. Enfin, une concertation avec les équipes de soin et celles organisant les IAA, à la lumière des informations obtenues, permettra un ajustement par rapport aux objectifs fixés, aux moyens mis à disposition. Les préférences et surtout les phobies des personnes impliquées dans les IAA devront être prises en compte. L'ensemble pourrait être regroupé et constituer un guide méthodologique d'aide au choix de l'animal.

▪ *Les risques inhérents aux IAA*

Hemsworth & Pizer (2006) montrent qu'il existe des risques limités à l'utilisation des IAA pour les enfants immunodépressifs, à condition de respecter quelques règles de base : bonnes pratiques d'hygiène, soins vétérinaires réguliers, nourriture appropriée... Hormis cet exemple précis, il existe un vrai manque de littérature sur les possibles risques inhérents aux IAA : zoonoses, allergies, morsures,... manque qu'il est nécessaire de combler (Beck & Katcher, 2003).

Si instinctivement, le regard se porte sur le partenaire humain, il ne faut pas oublier pour autant que l'animal co-thérapeute est au cœur des IAA. Sa santé ainsi que son bien-être doivent être garantis. L'aide qu'il apporte ne pourra que s'en trouver améliorée (Maurer, 2007). Une recherche récente permet de détecter des indices de mal-être des chevaux (e.g. position des oreilles, posture ; Fureix, 2010). De tels indices s'avéreraient utiles dans le cadre d'interventions assistées par le cheval. Du côté des chiens, Heimlich *et al.* (2001) listent les problèmes de santé qu'a rencontrés leur chien thérapeute à la fin d'un programme d'IAA : léthargie, symptômes de dépression, épuisement... Mais force est de constater que la

littérature reste sporadique sur la question, que ce soit sur les risques encourus par les deux partenaires ou sur les indices permettant de déceler un mal-être chez l'animal. **La mise en place d'une charte éthique pour le bien être de l'animal co-thérapeute est à envisager. A cet effet, un travail à l'échelle européenne pourrait embrasser toute la diversité des pratiques de ce territoire et avoir certainement plus d'impact qu'une charte nationale.** De plus, cette charte européenne, incluant le bassin méditerranéen, permettrait de mieux connaître les visions des différentes populations sur les animaux et d'adapter les IAA à l'empreinte culturelle d'un patient d'origine étrangère.

6.4. Conclusions et perspectives

Les différents aspects explorés et développés au cours de ce travail apportent une meilleure compréhension des interactions entre les enfants avec autisme et les animaux de compagnie. Nous avons répondu à notre question initiale et montré que les enfants avec autisme présentent une amélioration de certaines compétences sociales en lien avec l'arrivée d'un animal dans leur vie.

Si nous avons mis en évidence et discuté largement les améliorations sociales observées, force est de constater que tout au long de notre recherche, l'animal ne semble pas avoir d'impact direct sur les capacités cognitives des enfants avec autisme (*e.g.* niveau langagier). A cela, nous proposons deux explications : soit nous n'avons pas pu détecter ces changements, soit aucun changement n'a réellement eu lieu. Dans le premier cas, nous pouvons nous interroger sur la méthodologie utilisée. En effet, si l'ADI-R (Lord *et al.*, 1994) permet la mise en évidence de changements sociaux, cet outil n'est peut être pas adapté pour d'autres mesures. Une recherche similaire pourrait être menée avec d'autres outils plus spécifiques évaluant, chez les enfants avec autisme, les fonctions exécutives (*e.g.* *Tower of Hanoi* ; Ozonoff *et al.*, 1991; *Wisconsin Card Sorting Test*; Grant & Berg, 1948) ou la théorie de l'esprit (*e.g.* attribution d'intentionnalité; Bowler & Thommen, 2000; compétences dans la vie quotidienne; Frith *et al.*, 1994). Ces tâches pourraient être possiblement modifiées pour inclure l'animal (*e.g.* l'enfant avec autisme comprend-il mieux "l'intention" d'un animal que celle d'un humain ?). De plus, une approche longitudinale avec des évaluations régulières pourrait être privilégiée pour une mesure plus fine des compétences cognitives des enfants en

lien avec l'arrivée ou la présence d'un animal à la maison. Si l'absence de changement dans notre étude ne provient pas d'un problème méthodologique, quelles explications pouvons-nous avancer ? La première hypothèse concerne les altérations biologiques, notamment cérébrales, qui sont présentes dans le syndrome autistique et qui pourraient limiter de telles récupérations (Helt *et al.*, 2008; Schopler *et al.*, 1989). La deuxième hypothèse concerne l'âge de l'enfant : est-ce qu'une arrivée plus précoce de l'animal ou au contraire, plus tardive, pourrait engendrer des changements cognitifs ? La troisième hypothèse concerne l'animal partenaire. Si aucun changement cognitif n'est observé en lien avec l'animal, il se peut que, tout simplement, l'animal concerné n'influence pas ces aspects dans le développement de l'enfant. Actuellement, la littérature repose uniquement sur des théories (Condoret, 1983; Poresky *et al.*, 1987; Salomon, 1981). Notre étude montre donc ici que l'animal ne semble pas influencer le développement cognitif des enfants avec autisme. Cette hypothèse pourrait trouver son explication dans les animaux impliqués dans notre recherche (*e.g.* chien, chat, hamster). Des espèces comme le perroquet gris du Gabon ou le mainate, de par leurs compétences vocales, pourraient être plus appropriées et stimuler, par exemple, le développement langagier des enfants avec autisme et des enfants en général. L'ensemble de ces hypothèses nécessitent d'être explorées en profondeur. Nous proposons qu'une réflexion méthodologique soit aussi menée afin de confirmer ces résultats.

Ainsi, de nombreuses perspectives émergent de notre travail. Tout d'abord, il est essentiel de continuer les recherches autour des relations enfant - animal familier. Différentes approches sont à mettre en place : (1) approche longitudinale pour l'étude de la mise en place, du maintien et de l'évolution des relations ainsi que sur la qualité du lien, (2) approche comparative enfant typique - enfant avec autisme pour déterminer si l'animal se comporte différemment selon son partenaire, (3) approche comparative chien - chat pour étudier les dynamiques d'interactions, (4) approche transversale de la *Strange Animal Situation* (*e.g.* différentes espèces animales, différentes pathologies ou tranches d'âges du partenaire humain¹⁹), (5) approche comparative avec des animaux virtuels, animaux robotisés et des animaux réels²⁰...

¹⁹ La méthode de la *Strange Animal Situation* a été utilisée auprès d'enfants atteints du syndrome de Williams-Beuren (Le Brun, 2010). A l'instar des enfants avec autisme et typiques, deux profils comportementaux se sont dégagés dont un correspondait au profil *confiant*.

²⁰ Problématique des robots compagnons développée par l'Union Européenne

De plus, nos résultats ont montré que les enfants avec autisme sont sensibles à leur environnement. Il est important de continuer à explorer cette source de variabilité et surtout de potentielles récupérations. Dans le cadre plus précis de notre recherche, les mécanismes associés aux améliorations suite à l'arrivée d'un animal et l'absence de changements dans les compétences cognitives nécessitent de plus amples recherches, notamment sur les processus cognitifs impliqués. De nouvelles pistes de recherches sont à explorer par le biais de collaborations interdisciplinaires (*e.g.* sciences de l'éducation, éthologie, pédopsychiatrie, psychologie, robotique, sport) : (1) l'attention particulière montrée par certains enfants avec autisme pour le partenaire humain dans certains contextes, (2) le rôle des parents dans le cadre des relations enfant-animal comme dans le développement en général,... Enfin, nous souhaitons que les recherches sur les IAA, grâce à une réflexion en amont avec différents partenaires (*e.g.* médecins, praticiens, chercheurs de diverses disciplines), perdurent et se développent autour de différents axes : bénéfices pour le patient et coûts des IAA, bien-être des animaux, périodes favorables dans le stade du développement de l'enfant pour une mise en place, développement d'outils...

A l'issue de ce travail, il apparaît que les recherches interdisciplinaires prennent tout leur sens dans le champ des relations homme-animal tout comme celui du syndrome autistique. Associer les chercheurs de différentes disciplines mais aussi tous les partenaires impliquées dans les IAA (*e.g.* thérapeute, personnel soignant, association) ainsi que les familles participantes est essentiel si on veut embrasser toute leur complexité. Nous ne pouvons que recommander, au terme de ce travail, de continuer dans cette voie des approches multiples et mutualisées.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHY

Bibliographie

- Adamson, L.B., Bakeman, R. (1985) Affect and attention - infants observed with mothers and peers. *Child Development* 56, 582-593.
- Adrien, J.L. (1996) L'autisme du jeune enfant. Développement psychologique et régulation de l'activité (Paris: Expansion Scientifique Française).
- Adrien, J.L., Lenoir, P., Martineau, J., Perrot, A., Hameury, L., Larmande, C., Sauvage, D. (1993) Blind ratings of early symptoms of autism based upon family home movies. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 32, 617-626.
- Ainsworth, M.D.S., Blehar, M.C., Waters, E., Wall, S. (1978) Patterns of attachment: A psychological study of the strange situation (Erlbaum: Hillsdale, N.J.).
- Aldridge, M.A., Stone, K.R., Sweeney, M.H., Bower, T.G.R. (2000) Preverbal children with autism understand the intentions of others. *Developmental Science* 3, 294-301.
- Allen, K., Blascovich, J., Mendes, W.B. (2002) Cardiovascular reactivity and the presence of pets, friends, and spouses: the truth about cats and dogs. *Psychosomatic Medicine* 64, 727-739.
- Altmann, J. (1974) Observational study of behaviour: Sampling methods. *Behaviour* 49, 227-267.
- American Psychiatric Association (1980) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 3rd edition (Washington).
- American Psychiatric Association (1994) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th edition (Washington).
- Ames, C., Fletcher-Watson, S. (2010) A review of methods in the study of attention in autism. *Developmental Review* 30, 52-73.
- Anastasi, A. (1988) Psychological Testing, 6th edition (New York: Macmillan).
- Anderson, W.P., Reid, C.M., Jennings, G.L. (1992) Pet Ownership And Risk-Factors For Cardiovascular-Disease. *Medical Journal of Australia* 157, 298-301.
- Ascione, F.R. (1993) Children who are cruel to animals: A review of research and implications for developmental psychopathology. *Anthrozoos* 5, 226-247.
- Ashwood, P., Enstrom, A., Krakowiak, P., Hertz-Picciotto, I., Hansen, R.L., Croen, L.A., Ozonoff, S., Pessah, I.N., Van de Water, J. (2008) Decreased transforming growth factor beta1 in autism: A potential link between immune dysregulation and impairment in clinical behavioral outcomes. *Journal of Neuroimmunology* 204, 149-153.
- Asperger, H. (1944) The "autistic psychopathy" in childhood. *Archive fur Psychiatrie und Nervenkrankheiten* 117, 76-136.
- Association of Pet Behaviour Counsellors, Worcester (2002) Annual Review of Cases.
- Bachman, R.W. (1975) Elementary school children perception of helpers and their characteristics. *Elementary School Guidance and Counselling* 10, 103-109.

- Baenninger, R. (1995) Some consequences of animal domestication for humans. *Anthrozoos* 8, 69-77.
- Bagley, D.K., Gonsman, V.L. (2005) Pet attachment and personality type. *Anthrozoos* 18, 28-42.
- Bahlig-Pieren, Z., Turner, D.C. (1999) Anthropomorphic interpretations and ethological descriptions of dog and cat behavior by lay people. *Anthrozoos*, 12, 4, 205-210.
- Bailey, A., Phillips, W., Rutter, M. (1996) Autism: towards an integration of clinical, genetic, neuropsychological, and neurobiological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 37, 89-126.
- Baker, S., Apple, K., Ryback, J. (2005) Student attitudes toward animals in an animal behavior class. 14th Annual International Society for Anthrozoology Conference, Niagara Falls: NY.
- Baptista, L.F., Petrinovich, L. (1984) Social interaction sensitive phases and the song template hypothesis in the white-crowned sparrows. *Animal behaviour* 32, 172-181.
- Baptista, L.F., Petrinovich, L. (1986) Song development in the white-crowned sparrow: social factors and sex differences. *Animal behaviour* 34, 1359-1371.
- Baron-Cohen, S. (1989) Are autistic-children behaviorists - an examination of their mental physical and appearance reality distinctions. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 19, 579-600.
- Baron-Cohen, S. (1991) The theory of mind deficit in autism: How specific is it? *British Journal of Developmental Psychology* 9, 301-314.
- Baron-Cohen, S. (1997) *Mindblindness: essay on autism and theory of mind*, Mit Press Ltd edn.
- Baron-Cohen, S. (2001) Theory of mind and autism: A review. *International Review of Research in Mental Retardation* 23, 169-184.
- Baron-Cohen, S., Hammer, J. (1997) Is autism an extreme form of the "male brain"? *Advances in Infancy Research* 11, 193-217.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., Frith, U. (1985) Does the autistic child have a "theory of mind" ? *Cognition* 21, 37-46.
- Bass, M., Duchowny, C., Labre, M. (2009) The Effect of Therapeutic Horseback Riding on Social Functioning in Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 39, 1261-1267.
- Bates, E., Camaioni, L., Volterra, V. (1975) Acquisition of performatives prior to speech. *Merrill-Palmer Quarterly-Journal of Developmental Psychology* 21, 205-226.
- Beaver, B.V. (1982) Distance-increasing postures of dogs. *Veterinary Medicine: small animal clinician* 77, 647-649.
- Beck, A.M., Katcher, A.H. (1984) A new look at pet-facilitated therapy. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 184, 414-421.

- Beck, A.M., Katcher, A.H. (2003) Future directions in human-animal bond research. *American Behavioral Scientist* 47, 79-93.
- Beck, A.M., Katcher, A.H., Aoki, R. (1989) The influence of pets on the ability of children to recognize emotional signals in humans and animals. In 5th International conference on the relationship between humans and animals (Monaco).
- Beck, A.M., Melson, G.F., Da Costa, P.L., Liu, T. (2001) The educational benefits of a ten-week home-based wild bird feeding program for children. *Anthrozoos* 14, 19-28.
- Beck, A.M., Meyers, N.M. (1987) The pet owner experience. *New England and Regional Allergy Proceedings* 8, 29-31.
- Belkin, E.P., Routh, D.K. (1975) Effects of presence of mothers versus stranger on behavior of three-year-old children in a novel situation. *Developmental psychology* 11, 400.
- Belsky, J. (1984) The determinants of parenting - a process model. *Child Development* 55, 83-96.
- Bergesen, F.J. (1989) The effects of pet facilitated therapy on the self-esteem and socialization of primary school children. In *The 5th International Conference on the Relationship Between Humans and Animals* (Monaco).
- Bergstrom, R., Tarbox, J., Gutshall, K.A. (sous presse) Behavioral intervention for domestic pet mistreatment in a young child with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*.
- Berryman, J.C. (1976) Guinea pig vocalizations: their structure, causation and function. In *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, pp. 80-106.
- Bettelheim, B. (1967) *La forteresse vide. L'autisme infantile et la naissance du soi* (Paris: Gallimard).
- Bettinson, S. (1994) "Auditory training" as a treatment for sound sensitivity in autism: Preliminary results. *Special Education Perspectives* 3, 1.
- Bjerke, T., Kaltenborn, B.P., Odegardstuen, T.S. (2001) Animal-related activities and appreciation of animals among children and adolescents. *Anthrozoos* 14, 86-94.
- Bjerke, T., Odegardstuen, T.S., Kaltenborn, B.P. (1998) Attitudes toward animals among Norwegian children and adolescents: species preferences. *Anthrozoos* 11, 227-235.
- Bleuler, E.P. (1911) The physiogenic and psychogenic in schizophrenia. *American Journal of Psychiatry* 87, 203-211.
- Blue, G.F. (1986) The value of pets in children's lives. *Childhood Education* 63, 84-90.
- Bodfish, J.W., Symons, F.J., Parker, D.E., Lewis, M.H. (2000) Varieties of repetitive behavior in autism: Comparisons to mental retardation. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 30, 237-243.
- Boucher, J., Lewis, V., Collis, G. (1998) Familiar face and voice matching and recognition in children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 39, 171-181.
- Bourreau, Y. (2008) Les comportements répétés et restreints dans l'autisme : construction et validation d'une échelle d'évaluation. (Tours, Université François Rabelais), p. 258.

- Bowd, A.D. (1984) Fears and understanding of animals in middle childhood. *Journal of Genetic Psychology* 145, 143-144.
- Bowler, D., Thommen, E. (2000) Attribution of mechanical and social causality to animated displays by children with autism. *Autism*, 4, 147-171.
- Bradshaw, J., Cameron-Beaumont, C. (2000) The signaling repertoire of the domestic cat and its undomesticated relatives. In *The domestic cat: the biology of its behaviour*, D.C. Turner, and P. Bateson, eds. (Cambridge: Cambridge University Press).
- Bradshaw, J.W.S., Nott, H.M.R. (1995) Social and communication behaviour of companion dogs. In *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*, J. Serpell, ed. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 115-130.
- Bretherton, I., Ainsworth, M.D.S. (1974) One-year-olds in the Strange Situation. In *The origins of fear*, M. Lewis, and L. Rosenblum, eds. (New York: Wiley).
- Brickel, C.M. (1982) Pet-Facilitated Psychotherapy - A theoretical explanation via attention shifts. *Psychological Reports* 50, 71-74.
- Brown, N.B., Dunn, W. (2010) Relationship between context and sensory processing in children with autism. *American Journal of Occupational Therapy* 3, 474-483
- Bruckner, C.T., Yoder, P. (2007) Restricted object use in young children with autism - Definition and construct validity. *Autism* 11, 161-171.
- Bryant, B.K. (1985) The neighborhood walk. A study of sources of support in middle childhood from the child's perspective. *Monographs of the Society for Research in Child Development* 50.
- Bryant, B.K. (1986) The relevance of family and neighborhood animals to social-emotional development in middle childhood. In *Delta Society Conference* (Boston).
- Bryant, B.K. (1990) The richness of the child pet relationship: A consideration of both benefits and costs of pets to children. *Anthrozoos* 3, 253-261.
- Bucke, W.F. (1903) Children's thoughts, reactions and feelings toward pet dogs. *Pedagogical Seminary* 10, 459-513.
- Burrows, K.E., Adams, C.L., Spiers, J. (2008) Sentinels of Safety: Service Dogs Ensure Safety and Enhance Freedom and Well-Being for Families With Autistic Children. *Qualitative Health Research* 18, 1642-1649.
- Cain, A.O. (1985) Pets as family members. *Marriage & Family Review* 8, 5-10.
- Call, J., Brauer, J., Kaminski, J., Tomasello, M. (2003) Domestic dogs (*Canis familiaris*) are sensitive to the attentional state of humans. *Journal of Comparative Psychology* 117, 257-263.
- Capps, L., Sigman, M., Mundy, P. (1994) Attachment security in children with autism. *Development and Psychopathology* 6, 249-261.
- Capps, L., Yirmiya, N., Sigman, M. (1992) Understanding of simple and complex emotions in non-retarded children with autism. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry* 33, 1169-1182.

- Camaioni, L., Perucchini, P., Muratori, F., Parrini, B., Cesari, A. (2003) The communicative use of pointing in autism: developmental profile and factors related to change. *European Psychiatry* 18, 6–12.
- Celani, G. (2002) Human beings, animals and inanimate objects - What do people with autism like? *Autism* 6, 93-102.
- Chapillon, P., Patin, V., Roy, V., Vincent, A., Caston, J. (2002) Effects of pre- and postnatal stimulation on developmental, emotional, and cognitive aspects in rodents: A review. *Developmental Psychobiology* 41, 373-387.
- Charles, J.M., Carpenter, L.A., Jenner, W., Nicholas, J.S. (2008) Recent advances in autism spectrum disorders. *International Journal of Psychiatry in Medicine* 38, 133-140.
- Charman, T., Taylor, E., Drew, A., Cockerill, H., Brown, J.A., Baird, G. (2005) Outcome at 7 years of children diagnosed with autism at age 2: predictive validity of assessments conducted at 2 and 3 years of age and pattern of symptom change over time. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 5, 500-513.
- Chess, S. (1977) Follow-up report on autism in congenital rubella. *Journal of Autism & Childhood Schizophrenia* 7, 69-81.
- Clutton-Brock, J. (1995) Origins of the dog: domestication and early history. In *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people*, J. Serpell, ed. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 7-20.
- Cohen, H., Amerine-Dickens, M., Smith, T. (2006) Early intensive behavioral treatment: Replication of the UCLA model in a community setting. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 27, 145-155.
- Condoret, A. (1979) Case of autism improved by interest borne to a turtle by a young-children. *Bulletin de l'académie vétérinaire de France* 52, 153-157.
- Condoret, A. (1983) Speech and companion animals, experience with normal and disturbed nursery school children. In *New Perspectives in our Lives with Companion Animals*, A.H. Katcher, and A.M. Beck, eds. (Pennsylvania: University of Pennsylvania Press), pp. 467-471.
- Courchesne, E., Chisum, H., Townsend, J. (1994) Neural activity-dependent brain changes in development - implications for psychopathology. *Development and Psychopathology* 6, 697-722.
- Courchesne, E., Yeung-Courchesne, R., Press, G.A., Hesselink, J.R., Jernigan, T.L. (1988) Hypoplasia of cerebellar vermal lobule-VI and lobule-VII in autism. *New England Journal of Medicine* 318, 1349-1354.
- Cousillas, H., George, I., Henry, L., Richard, J.P., Hausberger, M. (2008) Linking social and vocal brains: could social segregation prevent a proper development of a central auditory area in a female songbird? *PLoS ONE* 3, e2194.
- Cousillas, H., George, I., Mathelier, M., Richard, J.P., Henry, L., Hausberger, M. (2006) Social experience influences the development of a central auditory area. *Naturwissenschaften* 93, 588-596.

- Cousillas, H., Richard, J.P., Mathelier, M., Henry, L., George, I., Hausberger, M. (2004) Experience-dependent neuronal specialization and functional organization in the central auditory area of a songbird. *European Journal of Neuroscience* 19, 3343-3352.
- Covert, A.M., Whiren, A.P., Keith, J., Nelson, C. (1985) Pets, early adolescents and families. *Marriage and family review* 8, 95-108.
- Cox, F.N., Campbell, D. (1968) Young children in a new situation with and without their mothers. *Child Development* 39, 123-131.
- Cuccaro, M.L., Nations, L., Brinkley, J., Abramson, R.K., Wright, H.H., Hall, A., Gilbert, J., Pericak-Vance, M.A. (2007) A comparison of repetitive behaviors in Asperger Disorder and high functioning autism. *Child Psychiatry & Human Development* 37, 347-360.
- Dalton, K.M., Nacewicz, B.M., Johnstone, T., Schaefer, H.S., Gernsbacher, M.A., Goldsmith, H.H., Alexander, A.L., Davidson, R.J. (2005) Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience* 8, 519-526.
- Daly, B., Morton, L.L. (2003) Children with pets do not show higher empathy: A challenge to current views. *Anthrozoos* 16, 298-314.
- Dashnaw Stiles, L.A. (2001) Animal-assisted therapy with children and the elderly : A critical review. *Dissertation Abstracts International: Section B : The science & Engineering* 62, 2480.
- Davis, S.J.M. (1987) *Archaeology of animals* (London: Batsford).
- Dawson, G. (2008) Early behavioral intervention, brain plasticity, and the prevention of autism spectrum disorder. *Development and Psychopathology* 20, 775–803.
- Dawson, G., Melzoff, A.N., Osterling, J., Rinaldi, J., Brown, E. (1998) Children with autism fail to orient to naturally occurring social stimuli. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 28, 479-485.
- Dawson, G., Osterling, J. (1997) Early intervention in autism. In *The effectiveness of early intervention*, M. Guralnick, ed. (Baltimore: Paul Brookes), pp. 307–326.
- Dawson, G., Osterling, J., Meltzoff, A.N., Kuhl, P. (2000) Case study of the development of an infant with autism from birth to two years of age. *Journal of Applied Developmental Psychology* 21, 299-313.
- Dawson, G., Webb, S., McPartland, J. (2005) Understanding the nature of face processing impairment in autism: Insights from behavioural and electrophysiological studies. *Developmental Neuropsychology* 27, 403–424.
- De Giacomo, A., Fombonne, E. (1998) Parental recognition of developmental abnormalities in autism. *European Child & Adolescent Psychiatry* 7, 131-136.
- De Singly, F. (2005) *L'enquête et ses méthodes: le questionnaire* (Armand Colin).
- Degue, S., DiLillo, D. (2009) Is animal cruelty a "Red Flag" for family violence? Investigating co-occurring violence toward children, partners and pets. *Journal of interpersonal violence* 24, 1036-1056.
- Deldime, R., Vermeulen, S. (1997) *Le développement psychologique de l'enfant*, 7th edn.

- Deputte, B.L., Pelletier, S., Barbe, S. (2001) Visual categorization of natural and abstract items in forest monkeys and humans. *Behavioural Processes* 55, 51-64.
- Doussard-Roosevelt, J.A., Joe, C.M., Bazhenova, O.V., Porges, S.W. (2003) Mother-child interaction in autistic and non-autistic children: Characteristics of maternal approach behaviors and child social responses. *Development and Psychopathology* 15, 277-295.
- Eckerlin, A., Filiatre, J.C., Millot, J.L., Montagner, H. (1989) Ethological approach to the acoustic cues in the relational systems between the child and his pet dog. In 5th International Conference of the Relationships between Humans and Animals (Monaco, France).
- Eddy, T.J., Hart, L.A., Boltz, R.P. (1988) The effects of service dogs on social acknowledgments of people in wheelchairs. *The Journal of Psychology* 122, 39-45.
- Edwards, N.E., Beck, A.M. (2002) Patients respond to aquariums. *Provider* 28, 47-48.
- Endenburg, N., Baarda, B. (1996) The role of pets in enhancing human well-being: effects on child development. In *The Waltham Book of Human-Animal Interactions: Benefits and Responsibilities of Pet Ownership*, I. Robinson, ed., pp. 7-17.
- Fabre-Thorpe, M., Richard, G., Thorpe, S.J. (1998) On the speed of natural scene categorization in human and non-human primates. *Cahiers De Psychologie Cognitive-Current Psychology of Cognition* 17, 791-805.
- FACCO TNS Soffrès (2008) 14^{ème} étude sur la place des animaux de compagnie en France.
- Feaver, J., Mendl, M., Bateson, P. (1986) A method for rating the individual distinctiveness of domestic cats. *Animal Behaviour* 34, 1016-1025.
- Feh, C. (2005) Relationships and communication in socially natural horse herds. In *the domestic horse. The evolution, development and management of its behaviour*, D. Mills, S. McDonnell, ed. (Cambridge: Cambridge University Press).
- Fifield, S.J., Forsyth, D.K. (1999) A pet for the children: Factors related to family pet ownership. *Anthrozoos* 12, 24-32.
- Filiatre, J.C., Millot, J.L., Eckerlin, A. (1991) Behavioral variability of olfactory exploration of the pet dog in relation to human adults. *Applied Animal Behaviour Science* 30, 341-350.
- Filiatre, J.C., Millot, J.L., Montagner, H. (1986) New data on communication behavior between the young-child and his pet dog. *Behavioural Processes* 12, 33-44.
- Fisch, G.S. (2005) Syndromes and Epistemology I: Autistic Spectrum Disorders. *American Journal of Medical Genetics* 135A, 117-119.
- Fletcher-Watson, S., Leekam, S.R., Findlay, J.M., Stanton, E.C. (2008) Brief report: Young adults with autism spectrum disorder show normal attention to eye-gaze information - Evidence from a new change blindness paradigm. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 38, 1785-1790.
- Folstein, S.E. (2006) The clinical spectrum of autism. *Clinical Neuroscience Research* 6, 113-117.

- Fombonne, E. (2003) Epidemiological surveys of autism and other pervasive developmental disorders. *Journal of autism and developmental disorders* 33, 365-382.
- Fombonne, E. (2005) Epidemiology of autistic disorder and other pervasive developmental disorders. *Journal of Clinical Psychiatry* 66, 3-8.
- Friedmann, E., Katcher, A.H., Lynch, J.J., Thomas, S.A. (1980) Animal companions and one-year survival after discharge from a coronary-care unit. *Public Health Reports* 95, 307-312.
- Friedmann, E., Katcher, A.H., Thomas, S.A., Lynch, J.J., Messent, P.R. (1983) Social-interaction and blood-pressure - influence of animal companions. *Journal of Nervous and Mental Disease* 171, 461-465.
- Frigerio, E., Burt, M.D., Montagne, B., Murray, L.K., Perrett, D.I. (2002) Facial affect perception in alcoholics. *Psychiatry Research* 113, 161-171.
- Frith, U. (2003) *Autism: Explaining the Enigma* (Wiley-Blackwell).
- Frith, U., Happe, F., Siddons, F. (1994) Autism and theory of mind in everyday life. *Social Development*, 3, 108-124.
- Fureix, C. (2010) Réactions à l'homme et bien-être / mal-être chez le cheval *Equus caballus*. Vers des indicateurs. In UMR CNRS 6552 – Laboratoire d’Ethologie Animale et Humaine - UFR S.V.E. (Rennes, Université Rennes 1), p. 354.
- Fureix, C., Jegou, P., Sankey, C., Hausberger, M. (2009) How horses (*Equus caballus*) see the world: humans as significant "objects". *Animal Cognition* 12, 643-654.
- Furman, W. (1989) The development of children's social networks. In *Children's Social Networks and Social Support*, D. Belle, ed. (New-York: Wiley), pp. 151-172.
- Galinon-Mélénez, B. (2003) *Homme-Animal: quelles relations? Quelles communications?* (Dieppe: Université de Rouen et du Havre).
- George, H. (1988) Child therapy and animals. In *Innovative interventions in child and adolescent therapy*, S. CE, ed. (New York: John Wiley), pp. 400-418.
- George, I., Cousillas, H., Richard, J., Hausberger, M. (2008) A potential neural substrate for processing functional classes of complex acoustic signals. *PLoS ONE* 3, e2203.
- Gerbaud, L., Rybarczyk, P., Vernay, D. (2010) Cultural perception of the dog as seen by students from different countries. In 12th IAHAIO, Stockholm, Sweden.
- Gervais, H., Belin, P., Boddaert, N., Leboyer, M., Coez, A., Sfaello, I., Barthelemy, C., Brunelle, F., Samson, Y., Zilbovicius, M. (2004) Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature Neuroscience* 7, 801-802.
- Goldstein, G., Johnson, C.R., Minshew, N.J. (2001) Attentional processes in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 31, 433-440.
- Golinkoff, R.M., Harding, C.G. (1983) The concept of animals: one infant's view. *Infant Behavior and Development* 6, 229-233.
- Goode, D., Magerotte, G., Leblanc, R. (1999) *Qualité de vie pour les personnes présentant un handicap - perspectives internationales* (De Boeck) 463 p.

- Gosling, S.D. (2001) From mice to men: what can we learn about personality from animal 10 research? *Psychological Bulletin* 127, 45-86.
- Gottlieb, G., Lickliter, R. (2004) The Various Roles of Animal Models in Understanding Human Development. *Social development* 13, 311-325.
- Gould, S.J. (1979) Mickey Mouse meets Konrad Lorenz. *Natural History* 88, 20-24.
- Graf, W.D., Marin-Garcia, J., Gao, H.G., Pizzo, S., Naviaux, R.K., Markusic, D., Barshop, B.A., Courchesne, E., Haas, R.H. (2000) Autism associated with the mitochondrial DNA G8363A transfer RNA(Lys) mutation. *Journal of Child Neurology* 15, 357-361.
- Grandin, T. (2009) Visual abilities and sensory differences in a person with autism. *Biological Psychiatry* 65, 15-16.
- Grant, D.A., Berg, E.A. (1948) A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigle-type sorting problem. *Journal of Experimental Psychology* 32, 404-411.
- Green, V., Sigafoos, J., O'Reilly, M., Pituch, K., Didden, R., Lancioni, G., Singh, N. (2007) Behavior flexibility in individuals with autism: Theory, assessment, and intervention. In *Autism research advances*, L. Zhao ed. (New York: Nova Science Publishers) pp. 63-77.
- Green, V.A., Sigafoos, J., Pituch, K.A., Itchon, J., O'Reilly, M., Lancioni, G.E. (2006) Assessing behavioral flexibility in individuals with developmental disabilities. *Focus on autism and other developmental disabilities* 21, 230-236.
- Greenhalgh, C., Cockington, R., Raftos, J. (1991) An epidemiological survey of dog bites presenting to the emergency department of a children's hospital. *Journal of Paediatric Child Health* 27, 171-174.
- Greimel, E., Herpertz-Dahlmann, B., Konrad, K. (2009) The functional architecture of the human mirror neuron system in autism: a critical review of findings from neuroimaging studies. *Kindheit Und Entwicklung* 18, 62-72.
- Grelotti, D.J., Gauthier, I., Schultz, R.T. (2002) Social interest and the development of cortical face specialization: What autism teaches us about face processing. *Developmental Psychobiology* 40, 213-225.
- Griffith, J.C. (1992) Chronicle of therapeutic horseback riding in the United States, resources and references. *Journal of the American Kinesiotherapy Association* 46, 2-7.
- Groves, C. (1989) Feral mammals on the Mediterranean islands: documents of early domestication. In *The Walking Larder: patterns of domestication, pastoralism, and predation*, J. Clutton-Brock, ed. (London: Unwin), pp. 22-27.
- Guttman, G. (1981) The psychological determinants of keeping pets. In *Interrelations Between People and Pets*, B. Fogle, ed. (Springfield: Charles C Thomas), p. 352.
- Guyomarc'h, J.C. (1995) *Abrégé d'éthologie*, 2ème édition edn (Paris: Masson).
- Haggerty Davis, J., Gerace, L., Summers, J. (1989) Pet-care management in child-rearing families. *Anthrozoos* 2.

- Hansen, K.M., Messinger, C.J., Baun, M., Megel, M. (1999) Companion animals alleviating distress in children. *Anthrozoos* 12, 142-148.
- Happe, F.G.E. (1993) Communicative competence and theory of mind in autism: A test of Relevance Theory. *Cognition* 48, 101-119.
- Happe, F.G.E. (1994) An advanced test of theory of mind - understanding of story characters thoughts and feelings by able autistic, mentally-handicapped, and normal-children and adults. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 24, 129-154.
- Happe, F.G.E. (1999) Autism: cognitive deficit or cognitive style? *Trends in cognitive science* 3, 216-222.
- Hausberger, M., Bruderer, U., Le Scolan, N., Pierre, J.S. (2004) Interplay between environmental and genetic factors in temperament/personality traits in horses (*Equus caballus*). *Journal of Comparative Psychology* 118, 434-446.
- Hausberger, M., Gombert, J.E. (2008) Perception, plasticité et vie sociale : les apports d'un modèle animal. In *La Cognition réparée? Perturbations et récupération des fonctions cognitives*, R. Jouvent, and G. Chapouthier, eds. (Paris: Editions Fondation Maison des Sciences de l'Homme), pp. 163-176.
- Hausberger, M., Richard-Yris, M.A., Henry, L., Lepage, L., Schmidt, I. (1995) Song sharing reflects the social-organization in a captive group of European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Journal of Comparative Psychology* 109, 222-241.
- Hausberger, M., Roche, H., Henry, S., Visser, E.K. (2008) A review of the human-horse relationship. *Applied Animal Behaviour Science* 109, 1-24.
- Havener, L., Gentes, L., Thaller, B., Megel, M.E., Baun, M.M., Drsicolli, F.A., Beiraghi, S., Agrawal, S. (2001) The effects of a companion animal on distress in children undergoing dental procedures. *Issues in Comprehensive Pediatric Nursing* 24, 137-152.
- Heimlich, K. (2001) Animal-assisted therapy and the severely disabled child: a quantitative study. *Journal of Rehabilitation* 67, 48-54.
- Hein, G., Singer, T. (2008) I feel how you feel but not always: the empathic brain and its modulation. *Current Opinion in Neurobiology* 18, 153-158.
- Helt, M., Kelley, E., Kinsbourne, M., Pandey, J., Boorstein, H., Herbert, M., Fein, D. (2008) Can children with autism recover? If so, how? *Neuropsychology Review* 18, 339-366.
- Hemsworth, S., Pizer, B. (2006) Pet ownership in immunocompromised children - a review of the literature and survey of existing guidelines. *The European Journal of Oncology Nursing* 10, 117-127.
- Henry, L., Hausberger, M. (2001) Differences in the social context of song production in captive male and female European starlings. *Comptes-rendus de l'académie des sciences*, 324, 1167-1174.
- Henry, S., Hemery, D., Richard, M.A., Hausberger, M. (2005) Human-mare relationships and behaviour of foals toward humans. *Applied Animal Behaviour Science* 93, 341-362.

- Henry, S., Richard, M.A., Hausberger, M. (2006) Influence of various early human-foal interferences on subsequent human-foal relationship. *Developmental Psychobiology* 48, 712-718.
- Henry, S., Richard-Yris, M.A., Tordjman, S., Hausberger, M. (2009) Neonatal handling affects durably bonding and social development. *Plos One* 4.
- Herbert, M.R. (2010) Contributions of the environment and environmentally vulnerable physiology to autism spectrum disorders. *Current Opinion in Neurology* 23, 103-110.
- Herring, S., Gray, K., Taffe, J., Tonge, B., Sweeney, D., Einfeld, S. (2006) Behaviour and emotional problems in toddlers with pervasive developmental disorders and developmental delay: associations with parental mental health and family functioning. *Journal of intellectual disability research*, 50, 874-882.
- Herrnstein, R.J. (1984) Objects, categories and discriminative stimuli. In *Animal Cognition*, H.L. Roitblat, T.G. Bever, and H.S. Terrace, eds. (Hillsdale: Lawrence Erlbaum), pp. 233–261.
- Herrnstein, R.J. (1985) Riddles of natural categorization. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 308, 129-144.
- Herzog, H.A. (2007) Gender differences in Human-Animal Interactions: A Review. *Anthrozoos* 20, 7-21.
- Hills, A. (1995) Empathy and belief in the mental experience of animals. *Anthrozoos* 8, 132-142.
- Hinde, R.A. (1976) Interactions, relationships and social structure. *Man* 1, 1-17.
- Hinde, R.A. (1979) *Towards Understanding Relationships* (London: Academic Press).
- Hinde, R.A. (1996) Describing relationships. In *The diversity of human relationships*, A.E. Auhagen, M. von Salisch, ed. (Cambridge University Press).
- Hobson, R.P., Ouston, J., Lee, A. (1988) What's in a face - the case of autism. *British Journal of Psychology* 79, 441-453.
- Hoff, E. (2006) How social contexts support and shape language development. *Developmental Review* 26, 55–88.
- Hoff, E., Laursen, B., Tardif, T. (2002) Socioeconomic status and parenting. In *Handbook of parenting. Ecology and Biology of Parenting*, M.H. Bornstein, ed. (Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum), pp. 161–188.
- Hornik, R., Gunnar, M.R. (1988) A descriptive analysis of infant social referencing. *Child development* 59, 626-634.
- Howard, J., Sparkman, C., Cohen, H., Green, G., Stanislaw, H. (2005) A comparison of intensive behavior analytic and eclectic treatments for young children with autism. *Research in Developmental Disabilities*, 26, 359-383.
- Hudry, K., Slaughter, V. (2009) Agent familiarity and emotional context influence the everyday empathic responding of young children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders* 3, 74-85.

- Hughes, J.R. (2008) A review of recent reports on autism: 1000 studies published in 2007. *Epilepsy & Behavior* 13, 425-437.
- Hunt, S.J., Hart, L.A., Gomulkiewicz, R. (1992) Role of small animals in social interactions between strangers. *The Journal of social psychology* 132, 245-256.
- Ingersoll, B. (2008) The effect of context on imitation skills in children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders* 2, 332-340.
- Inoue, M., Kobayashi, S. (1993) Assessment of stimulus preference of children with autism. *Japanese journal of behavior therapy* 19, 37-47.
- Ionescu, S. (1990) L'intervention en déficience mentale (Mardaga) 435 p.
- Jegatheesan, B., Omori, S., Wallen, J., Elliott, E., McCune, S. (2010) Cultural variations in parenting practices to develop empathy in children through the child-pet relationship. In 12th IAHAIO, Stockholm, Sweden.
- Jitsumori, M. (1994) Discrimination of artificial polymorphous categories by rhesus-monkeys (*Macaca mulatta*). *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B-Comparative and Physiological Psychology* 47, 371-386.
- Jolliffe, T., Baron-Cohen, S. (1997) Are adults with autism and Asperger Syndrome faster than normal on the Embedded Figures Test. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 38, 527-534.
- Jones, A.C., Gosling, S.D. (2005) Temperament and personality in dogs (*Canis familiaris*): A review and evaluation of past research. *Applied Animal Behaviour Science* 95, 1-53.
- Jouvet-Mounier, D., Astic, L. (1966) Study of sleep in the adult and newborn guinea pig. *Comptes rendus des séances de la Société de biologie et de ses filiales* 160, 1453-1457.
- Kahn, P.H. (1997) Developmental psychology and the biophilia hypothesis: children's affiliation with nature. *Developmental Review* 17, 1-61.
- Kamp-Becker, I., Ghahreman, M., Smidt, J., Remschmidt, H. (2009) Dimensional structure of the autism phenotype: relations between early development and current presentation. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39, 557-571.
- Kanne, S.M., Randolph, J.K., Farmer, J.E. (2008) Diagnostic and assessment findings: a bridge to academic planning for children with autism spectrum disorders. *Neuropsychology Review* 18, 367-384.
- Kanner, L. (1943) Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child* 2, 217-250.
- Kasari, C., Sigman, M., Yirmiya, N. (1993) Focused and social attention of autistic children in interactions with familiar and unfamiliar adults: A comparison of autistic, mentally retarded, and normal children. *Developmental Psychopathology* 5, 403-414.
- Katcher, A. (2000) The future of education and research on the human-animal bond and animal-assisted therapy Part B: Animal-assisted therapy and the study of human-animal relationships: Discipline or bondage? Context or transitional object? In *Handbook on animal-assisted therapy: Theoretical foundations for guidelines and practice*, F. A, ed. (San Diego: Academic Press), pp. 461-473.

- Kaufman, K.R., Kaufman, N.D. (2006) And then the dog died. *Death Studies* 30, 61-76.
- Kellert, S.R. (1985) Attitudes toward animals: Age related development among children. *Journal of Environmental Education* 16, 29-39.
- Kellert, S.R., Berry, J.K. (1980) Phase III: Knowledge, affection and basic attitudes toward animals in American society (United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service).
- Kidd, A.H., Kidd, R.M. (1985) Children's attitudes toward their pets. *Psychological Reports* 57, 15-31.
- Kidd, A.H., Kidd, R.M. (1987) Reactions of infants and toddlers to live and toy animals. *Psychological Reports* 31, 455-464.
- Kidd, A.H., Kidd, R.M. (1989) Factors in adults attitudes toward pets. *Psychological Reports* 65, 903-910.
- Kidd, A.H., Kidd, R.M. (1990) Factors in children's attitudes toward pets. *Psychological reports* 66, 775-786.
- King, J.A. (1956) Social-relations of the domestic guinea-pig living under semi-natural conditions. *Ecology* 37, 221-228.
- Kingstone, A. (2009) Taking a real look at social attention. *Current Opinion in Neurobiology* 19, 52-56.
- Klein, J.T., Shepherd, S.V., Platt, M.L. (2009) Social Attention and the Brain. *Current Biology* 19, R958-R962.
- Klin, A. (1991) Young autistic children listening preferences in regard to speech - a possible characterization of the symptom of social withdrawal. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 21, 29-42.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F. (2003) The enactive mind, or from actions to cognition: lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 358, 345-360.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., Cohen, D. (2002) Defining and quantifying the social phenotype in autism. *American Journal of Psychiatry* 159, 895-908.
- Klin, A., Sparrow, S.S., de Bildt, A., Cicchetti, D.V., Cohen, D.J., Volkmar, F.R. (1999) A normed study of face recognition in autism and related disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 29, 499-508.
- Kohn, M.L. (1963) Social class and parent-child relationships: An interpretation. *American Journal of Sociology* 68, 471-480.
- Kolevzon, A., Weiser, M., Gross, R., Lubin, G., Knobler, H.Y., Schmeidler, J., Silverman, J.M., Reichenberg, A. (2006) Effects of season of birth on autism spectrum disorders: Fact or fiction? *American Journal of Psychiatry* 163, 1288-U1283.
- LaFrance, C., Garcia, L.J., Labreche, J. (2007) The effect of a therapy dog on the communication skills of an adult with aphasia. *Journal of Communication Disorders* 40, 215-224.

- Lamb, M.E. (1975) Twelve-month-olds and their parents: Interaction in a laboratory playroom. *Developmental psychology* 12, 237-244.
- Landau, E.C., Cicchetti, D.V., Klin, A., Volkmar, F.R. (1999) Season of birth in autism: A fiction revisited. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 29, 385-393.
- Landry, R., Bryson, S.E. (2004) Impaired disengagement of attention in young children with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 45, 1115-1122.
- Lansade, L., Bouissou, M.F. (2008) Reactivity to humans: A temperament trait of horses which is stable across time and situations. *Applied Animal Behaviour Science* 114, 492-508.
- Lawson, J., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S. (2004) Empathising and systemising in adults with and without Asperger Syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 34, 301-310.
- LeBrun, E. (2010) Enfant en situation de handicap et relation à l'animal. Autisme et Syndrome de Williams. In CRPCC (Université Rennes 2). 49 p.
- Lee, L.C., Newschaffer, C.J., Lessler, J.T., Lee, B.K., Shah, R., Zimmerman, A.W. (2008) Variation in season of birth in singleton and multiple births concordant for autism spectrum disorders. *Pediatric and Perinatal Epidemiology* 22, 172-179.
- Leekam, S., Baron-Cohen, S., Perrett, D., Milders, M., Brown, S. (1997) Eye-direction detection: A dissociation between geometric and joint attention skills in autism. *British Journal of Developmental Psychology* 15, 77-95.
- Leekam, S.R., Nieto, C., Libby, S.J., Wing, L., Gould, J. (2007) Describing the sensory abnormalities of children and adults with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 37, 894-910.
- Leekam, S.R., Perner, J. (1991) Does the autistic-child have a metarepresentational deficit. *Cognition* 40, 203-218.
- LeRoy, F. (2003) Analyse de l'accordage affectif et de la référence sociale affective chez des enfants autistes. (Brest, Université de Bretagne Occidentale).
- Leslie, A.M. (1994) ToMM, ToBY, and Agency: Core architecture and domain specificity. In *Mapping the Mind. Domain Specificity in Cognition and Culture*, L.A. Hirschfeld, and S.A. Gelman, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 119-148.
- Levinson, B. (1962) The dog as a "co-therapist". *Mental Hygiene* 179, 46-59.
- Levinson, B. (1970) Pets, Child development and Mental Illness. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 157, 1759-1766.
- Levinson, B. (1971) Household pets in training schools serving delinquent children. *Psychological Reports* 28, 475-481.
- Levinson, B. (1978) Pets and personality development. *Psychological reports* 42, 1031-1038.
- Lewis, M.H., Bodfish, J.W. (1998) Repetitive Behavior Disorders in Autism. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 4, 80-89.

- Leyhausen, P. (1979) Cat behavior: the predatory and the social behavior of domestic and wild cats (New York: Garland STPM Press).
- Lindsay, S.R. (2000) Handbook of applied dog behavior and training, Volume 1: Adaptation and Learning (Iowa: Iowa State University Press).
- Locke, J.L., Snow, C. (1997) Social influences on vocal learning in human and non human primates. In Social influences on vocal development, C.T. Snowdon, and M. Hausberger, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. pp 274-292.
- Lord, C., Magill-Evans, J. (1995) Peer interactions of autistic children and adolescents. *Development and Psychopathology* 7, 611–626.
- Lord, C., Rutter, M., Goode, S., Heemsbergen, J., Jordan, H., Mawhood, L., Schopler, E. (1989) Autism Diagnostic Observation Schedule: a standardized observation of communicative and social behavior. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 19, 185-212.
- Lord, C., Rutter, M., Le Couteur, A. (1994) Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders *Journal of Autism and Developmental Disorders* 24, 659-685.
- Lovaas, O.I. (1987) Behavioral treatment and normal educational and intellectual functioning in young autistic children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 55. 3-9.
- Macdonald, A. (1981) The pet dog in a home: a study of interactions. In *Interrelations between people and pets*, B. Fogle, ed. (Springfield, Illinois: Charles C. Thomas).
- Macpherson, C.N.L., Meslin, F.S., Wandeler, A.I. (2000) *Dogs, zoonoses and public health* (Wallingford, UK: CABI Publishing).
- Mader, B., Hart, L.A., Bergin, B. (1989) Social acknowledgement for children with disabilities: effects of service dogs. *Child Development* 60, 1529-1534.
- Mahler, M.S. (1968) *On human symbiosis and the vicissitudes of individuation: I. infant psychosis* (New York: International Universities Press).
- Manning, M.A., Cassidy, S.B., Clericuzio, C., Cherry, A.M., Schwartz, S., Hudgins, L., Enns, G.M., Hoyme, H.E. (2004) Terminal 22q deletion syndrome: A newly recognized cause of speech and language disability in the autism spectrum. *Pediatrics* 114, 451-457.
- Marino, L., Lilienfeld, S.O. (2007) Dolphin-assisted therapy: More flawed data and more flawed conclusions. *Anthrozoos* 20, 239-249.
- Marshall-Pescinia, S., Valsecchi, P., Prato-Previde, E. (2009) Good or bad? Children's and adults' evaluations of dogs' facial expressions. *Journal of veterinary behavior: clinical applications and research*, 4, 2, 105
- Martin, F., Farnum, J. (2002) Animal-assisted therapy for children with pervasive developmental disorders. *Western Journal of Nursing Research* 24, 657-670.
- Martin, P., Bateson, P. (1993) *Measuring Behaviour, An Introductory Guide* (2nd edition) (New York: Cambridge University Press).

- Martineau, J., Andersson, F., Barthelemy, C., Cottier, J.P., Destrieux, C. (2010) Atypical activation of the mirror neuron system during perception of hand motion in autism. *Brain Research* 1320, 168-175.
- Maurer, M. (2007) L'enfant atteint d'autisme et le dauphin. Quels fondements théoriques a la thérapie assistée par les dauphins ? In *Laboratoire de Psychopathologie et de Neuropsychologie Cliniques* (Université Paris V – René Descartes). 216 p.
- Mayo, E. (1949) Hawthorne and the Western Electric Company, *The Social Problems of an Industrial Civilisation* (Routledge).
- McNicholas, J., Gilbey, A., Rennie, A., Ahmedzai, S., Dono, J.A., Ormerod, E. (2009) Pet ownership and human health: a brief review of evidence and issues. *British Journal of Medicine* 331, 1252–1255.
- Melson, G.F. (1988) Availability of and involvement with pets by children: Determinants and correlates. *Anthrozoos* 2, 45-52.
- Melson, G.F. (1991) Children's attachment to their pets: Links to socio-emotional development. *Children's Environments Quarterly* 82, 55-65.
- Melson, G.F. (2003) Child development and the human-companion animal bond. *American Behavioral Scientist* 47, 31-39.
- Melson, G.F., Fogel, A. (1996) Parental perceptions of their children's involvement with household pets. *Anthrozoos* 9, 95-105.
- Mertens, C., Turner, D.C. (1988) Experimental analysis of human-cat interactions during first encounters. *Anthrozoos* 2, 83-97.
- Michalon, J., Langlade, L., Gauthier, C. (2008) Points de vue sur la recherche autour des Interactions avec l'Animal à but Thérapeutique et/ou Educatif. Note de synthèse, Micoud, A., Charvolin, F. edn (Modys - UMR 5264 - CNRS / Fondation Adrienne & Pierre Sommer).
- Miklosi, A., Pongracz, N., Lakatos, G., Topal, J., Csanyi, V. (2005) A comparative study of the use of visual communicative signals in interactions between dogs (*Canis familiaris*) and humans and cats (*Felis catus*) and humans. *Journal of Comparative Psychology* 119, 179-186.
- Miklosi, A., Polgárdi, R., Topál, J., Csányi, V. (1998) Use of experimenter-given cues in dogs. *Animal cognition* 1, 113-121.
- Miklosi, A., Soproni, K. (2006) A comparative analysis of animals' understanding of the human pointing gesture. *Animal Cognition* 9, 81-93.
- Mildenberger, K., Sitter, S., Noterdaeme, M., Amorosa, H. (2001) The use of the ADI-R as a diagnostic tool in the differential diagnosis of children with infantile autism and children with a receptive language disorder. *European Child & Adolescent Psychiatry* 10, 248-255.
- Militerni, R., Bravaccio, C., Falco, C., Fico, C., Palermo, M.T. (2002) Repetitive behaviors in autistic disorder. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 11(5), 210-218.

- Millot, J.L. (1994) Olfactory and visual cues in the interaction systems between dogs and children. *Behavioural Processes* 33, 177-188.
- Millot, J.L. (1996) Les interactions entre le jeune enfant et l'animal familier. *Devenir* 8, 43-60.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C. (1986) The behavioral sequences in the communication-system between the child and his pet dog. *Applied Animal Behaviour Science* 16, 383-390.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C., Eckerlin, A., Gagnon, A.C., Montagner, H. (1987) Olfactory cues in the relations between children and their pet dogs. *Applied Animal Behaviour Science* 19, 189-195.
- Millot, J.L., Filiatre, J.C., Gagnon, A.C., Eckerlin, A., Montagner, H. (1988) Children and their pet dogs - how they communicate. *Behavioural Processes* 17, 1-15.
- Mitchell, S., Brian, J., Zwaigenbaum, L., Roberts, W., Szatmari, P., Smith, I., Bryson, S. (2006) Early language and communication development of infants later diagnosed with autism spectrum disorder. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics* 27, S69-S78.
- Molenberghs, P., Cunnington, R., Mattingley, J.B. (2009) Is the mirror neuron system involved in imitation? A short review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 33, 975-980.
- Molnar, C., Pongracz, P., Doka, A., Miklosi, A., (2006) Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks? *Behavioural Processes*, 73, 76-83.
- Montagner, H. (1995) L'enfant, l'animal et l'école (AFIRAC).
- Mottron, L., Burack, J.A., Iarocci, G., Belleville, S., Enns, J.T. (2003) Locally oriented perception with intact global processing among adolescents with high-functioning autism: evidence from multiple paradigms. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines* 44, 904-913.
- Mugford, R., M'Comisky, J. (1975) Some recent work on the psychotherapeutic value of cage birds with old people. In *Pets animals and society*, R. Anderson, ed. (London: Bailliere Tindall), pp. 54-65.
- Muhle, R., Trentacoste, S.V., Rapin, I. (2004) The genetics of autism. *Pediatrics* 113, 472-486.
- Mundy, P., Sigman, M., Kasari, C. (1990) a longitudinal-study of joint attention and language-development in autistic-children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 20, 115-128.
- Mundy, P., Sigman, M., Kasari, C. (1994) Joint attention, developmental level, and symptom presentation in autism. *Development and Psychopathology* 6, 389-401.
- Mundy, P., Sigman, M., Ungerer, J., Sherman, T. (1986) Defining the social deficits of autism - the contribution of nonverbal-communication measures. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines* 27, 657-669.
- Nathanson, D.E., DeFaria, S. (1993) Cognitive improvement of children in water with and without dolphins. *Anthrozoos* 65, 17-29.

- Nelson, C.A. (2001) The development and neural bases of face recognition. *Infant and Child Development* 10, 3-18.
- New, J.J., Schultz, R.T., Wolf, J., Niehaus, J.L., Klin, A., German, T.C., Scholl, B.J. (2010) The scope of social attention deficits in autism: Prioritized orienting to people and animals in static natural scenes. *Neuropsychologia* 48, 1, 51-59.
- Newschaffer, C.J., Croen, L.A., Daniels, J., Giarelli, E., Grether, J.K., Levy, S.E., Mandell, D.S., Miller, L.A., Pinto-Martin, J., Reaven, J. (2007) The epidemiology of autism spectrum disorders. *Annual Review of Public Health* 28, 235-258.
- Nicolai, J. (1959) Familientradition in der Gesangsentwicklung des Gimpels (*Pyrrhula pyrrhula* L). *Journal für Ornithologie*, 100, 39-46.
- Nielsen, J.A., Delude, L.A. (1989) Behavior of young children in the presence of different kinds of animals. *Anthrozoos* 3, 119-129.
- Nicastro, N., Owren, M.J. (2003) Classification of domestic cat (*Felis catus*) vocalizations by naive and experienced human listeners. *Journal of Comparative Psychology* 117, 44-52.
- Nobis, G. (1979) Der älteste Haushund lebte vor 14,000 Jahren. *UHSchau* 19, 610.
- O'Connor, K. (2007) Brief report: Impaired identification of discrepancies between expressive faces and voices in adults with Asperger's syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 37, 2008-2013.
- O'Connor, K., Kirk, I. (2008) Brief Report: atypical social cognition and social behaviours in autism spectrum disorder: a different way of processing rather than an impairment. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 38, 1989-1997.
- O'Haire, M. (2010) Effects of an animal-assisted intervention for children with autism spectrum disorders and their peers in a classroom setting. In 12th IAHAIO, Stockholm, Sweden.
- Odendaal, J.S.J. (2000) Animal-assisted therapy - magic or medicine? *Journal of Psychosomatic Research* 49, 275-280.
- Osterling, J., Dawson, G. (1994) Early recognition of children with autism - a study of 1st birthday home videotapes. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 24, 247-257.
- Ozonoff, S., Pennington, B.F., Rogers, S.J. (1991) Executive function deficits in high-functioning autistic individuals - relationship to theory of mind. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines* 32, 1081-1105.
- Pagani, C., Robustelli, F., Ascione, F.R. (2007) Italian youths' attitudes toward, and concern for, animals. *Anthrozoos* 20, 275-293.
- Pancsofar, N., Vernon-Feagans, L. (2006) Mother and father language input to young children: Contributions to later language development. *Journal of Applied Developmental Psychology* 27, 571-587.
- Panerai, S., Ferrante, L., Zingale, M. (2002) Benefits of the Treatment and Education of Autistic and Communication Handicapped Children (TEACCH) program as compared with a nonspecific approach. *Journal of intellectual disability research*, 46, 4, 318-327.

- Pascualvaca, D.M., Fantie, B.D., Papageorgiou, M., Mirsky, A.F. (1998) Attentional capacities in children with autism: Is there a general deficit in shifting focus? *Journal of Autism and Developmental Disorders* 28, 467-478.
- Paul, E.S., Serpell, J.A. (1993) Childhood pet keeping and humane attitudes in young adulthood. *Animal Welfare* 2, 321-337.
- Pedersen, J., Schelde, T. (1997) Behavioral aspects of infantile autism: An ethological description. *European Child & Adolescent Psychiatry* 6, 96-106.
- Pelphrey, K.A., Morris, J.P., McCarthy, G., Labar, K.S. (2007) Perception of dynamic changes in facial affect and identity in autism. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* 2, 140-149.
- Pepperberg, I.M. (1997) Social influences on the acquisition of human-based codes in parrots and nonhuman primates. In *Social influences on vocal development*, C.T. Snowdon, M. Hausberger (Cambridge: Cambridge University Press).
- Pepperberg, I.M., Brezinsky, M.V. (1991) Acquisition of a relative class concept by an African grey parrot (*Psittacus erithacus*) - Discriminations based on relative size. *Journal of Comparative Psychology* 105, 286-294.
- Peters-Scheffer, N., Didden, R., Green, V.A., Sigafoos, J., Korzilius, H., Pituch, K., O'Reilly, M.F., Lancioni, G. (2008) The behavior flexibility rating scale-revised (BFRS-R): Factor analysis, internal consistency, inter-rater and intra-rater reliability, and convergent validity. *Research in Developmental Disabilities* 29, 398-407.
- Pierce, K., Haist, F., Sedaghat, F., Courchesne, E. (2004) The brain response to personally familiar faces in autism: findings of fusiform activity and beyond. *Brain* 127, 2703-2716.
- Pierce, K., Muller, R.A., Ambrose, J., Allen, G., Courchesne, E. (2001) Face processing occurs outside the fusiform 'face area' in autism: evidence from functional MRI. *Brain* 124, 2059-2073.
- Plaisted, K., Swettenham, J., Rees, L. (1999) Children with autism show local precedence in a divided attention task and global precedence in a selective attention task. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 40, 733-742.
- Planche, P. (2010) Response to novelty: A nearly indicator of autism? *Annales Médico-Psychologiques*, sous presse.
- Plomin, R. (2001) The genetics of G in human and mouse. *Nature Reviews Neuroscience* 2, 136-141.
- Podberscek, A.L. (2006) Positive and negative aspects of our relationship with companion animals. *Veterinary Research Communications* 30, 21-27.
- Poirier, C., Henry, L., Mathelier, M., Lumineau, S., Cousillas, H., Hausberger, M. (2004) Direct social contacts override auditory information in the song-learning process in starlings (*Sturnus vulgaris*). *Journal of Comparative Psychology*, 118, 179-193.
- Pongracz, P., Molnar, C., Miklosi, A. (2006) Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 228-240.

- Pongracz, P., Molnar, C., Miklosi, A., Csanyi, V. (2005) Human listeners are able to classify dog barks recorded in different situations. *Journal of Comparative Psychology*, 119, 136–144.
- Poresky, R.H., Hendrix, C. (1990) Differential effects of pet presence and pet-bonding on young children. *Psychological Reports* 66, 931-936.
- Poresky, R.H., Hendrix, C., Mosier, J.E., Samuelson, M.L. (1987) The companion animal bonding scale - internal reliability and construct-validity. *Psychological Reports* 60, 743-746.
- Poresky, R.H., Hendrix, C., Mosier, J.E., Samuelson, M.L. (1988) Young children companion animal bonding and adults pet attitudes - a retrospective study. *Psychological Reports* 62, 419-425.
- Poulin-Dubois, D., Schultz, T.R. (1988) The development of the understanding of human behavior: from agency to intentionality. In *Developing theories of mind*, J.W. Astington, P.L. Harris, and D.R. Olson, eds. (Cambridge: Cambridge University Press).
- Poulin-Dubois, D., Lepage, A., Ferland, D. (1996) Infants' concept of animacy. *Cognitive Development* 11, 19-36.
- Prato-Previde, E., Fallani, G., Valsecchi, P. (2006) Gender Differences in Owners Interacting with Pet Dogs: An Observational Study. *Ethology* 112, 64-73.
- Prior, M., MacMillan, M.B. (1973) Maintenance of sameness in children with Kanner's syndrome. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia* 3, 154–167.
- Prothmann, A., Bienert, M., Ettrich, C. (2006) Dogs in child psychotherapy: Effects on state of mind. *Anthrozoos* 19, 265-277.
- Prothmann, A., Ettrich, C., Prothmann, S. (2009) Preference for, and responsiveness to, people, dogs and objects in children with autism. *Anthrozoos* 22, 161-171.
- Rabaud, E. (1937) *Phénomène social et société animale* (Paris: Alcan).
- Raina, P., Waltner-Toews, D., Bonnett, B., Woodward, C., Abernathy, T. (1999) Influence of companion animals on the physical and psychological health of older people: an analysis of a one-year longitudinal study. *The Journal of the American Geriatrics Society* 47, 323-329.
- Ralls, K., Fiorelli, P., Gish, S. (1985) Vocalizations and vocal mimicry in captive harbor seals, *Phoca vitulina*. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* 63, 1050-1056.
- Ramey, C.T., Ramey, S.L. (1998) Early intervention and early experience. *American Psychologist* 53, 109-120.
- Redefer, L.A., Goodman, J.F. (1989) Pet-facilitated therapy with autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 19, 461-467.
- Ricard, M., Allard, L. (1993) The reaction of 9- to 10-month-old infants to an unfamiliar animal. *The Journal of genetic psychology* 154, 5-16.

- Rimland, B. (1964) *Infantile autism: the syndrome and its implications for a neural theory of behavior* (New York: Appleton-Century-Crofts).
- Rimland, B. (1990) Sound sensitivity in autism. *Autism Research Review International* 4, 6-12.
- Rizzolatti, G., Fabbri-Destro, M. (2008) The mirror system and its role in social cognition. *Current Opinion in Neurobiology* 18, 179-184.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., Fogassi, L. (1978) Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research* 3, 131-141.
- Roitblat, H.L., Vonfersen, L. (1992) Comparative cognition - representations and processes in learning and memory. *Annual Review of Psychology* 43, 671-710.
- Rosado, B., Garcia-Belenguer, S., Leon, M., Palacio, J. (2009) A comprehensive study of dog bites in Spain, 1995–2004. *The Veterinary Journal* 179, 383-391.
- Ross, S.B. (1983) The therapeutic use of animals with the handicapped. *International Child Welfare Review* 56, 26-39.
- Rost, D.H., Hartmann, A. (1994) Children and their pets. *Anthrozoos* 7, 242-254.
- Rousseau, F., Henry, L., Sankey, C., Aubry, C., Hausberger, M. (en préparation) Selective attention promotes long-term retention of auditory information.
- Ruble, D.N., Martin, C. (1998) Gender development. In *Handbook of Child Psychology*, N. Eisenberg, ed. (New York: John Wiley & Sons, Inc).
- Rutgers, A.H., Bakermans-Kranenburg, M.J., van Ijzendoorn, M.H., van Berckelaer-Onnes, I.A. (2004) Autism and attachment: a meta-analytic review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 45, 1123-1134.
- Rutter, M. (1978) Diagnosis and definition of childhood autism. *Journal of Autism and Childhood Schizophrenia* 8, 139-161.
- Rutter, M., Mawhood, L., Howlin, P. (1992) Language delay and social development. In *Specific speech and language disorders in children: correlates, characteristics and outcomes*, P. Fletcher, and D. Hall, eds. (London: Whurr Publishers), pp. 63–78.
- Sallows, G.O., Graupner, T.D. (2005) Intensive behavioral treatment for children with autism: Four-year outcome and predictors. *American Journal on Mental Retardation*, 110, 417-438.
- Salomon, A. (1981) Animals and children - The role of the pets. *Canada Mental Health* 29, 9-13.
- Sams, M.J., Fortney, E.V., Willenbring, S. (2006) Occupational therapy incorporating animals for children with autism: A pilot investigation. *American journal of occupational therapy* 60, 268-274.
- Samuels, W., Coultis, D., Meers, L., Odberg, F., Normando, S. (2006) Can an AAI educational program improve animal welfare? *Proceedings of the VDWE International Congress on Companion Animal Behaviour and Welfare*.

- Sandell, J.H., Gross, C.G., Bornstein, M.H. (1979) Color categories in macaques. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 93, 626-635.
- Sanders, J., Johnson, K.A., Garavan, H., Gill, M., Gallagher, L. (2008) A review of neuropsychological and neuroimaging research in autistic spectrum disorders: Attention, inhibition and cognitive flexibility. *Research in Autism Spectrum Disorders* 2, 1-16.
- Sankey, C., Richard-Yris, M.A., Leroy, H., Henry, S., Hausberger, M. (2010) Positive interactions lead to lasting positive memories in horses, *Equus caballus*. *Animal Behaviour*, 79, 4, 869-875.
- Sasson, N.J., Turner-Brown, L.M., Holtzclaw, T.N., Lam, K.S., Bodfish, J.W. (2008) Children with autism demonstrate circumscribed attention during passive viewing of complex social and nonsocial picture arrays. *Autism Research*, 1, 1, 31-42.
- Savage-Rumbaugh, S., Lewin, R. (1994) *Kanzi: The ape at the brink of the human mind* (John Wiley & Sons Inc).
- Schmahmann, J.D., Sherman, J.C. (1998) The cerebellar cognitive affective syndrome. *Brain* 121, 561-579.
- Schopler, E., Reichler, R.J., Devellis, R.F., Daly, K. (1980) Toward objective classification of childhood autism - Childhood Autism Rating-Scale (CARS). *Journal of Autism and Developmental Disorders* 10, 91-103.
- Schopler, E., Short, A., Mesibov, G. (1989) Relation of behavioral treatment to normal functioning: Comment on Lovaas. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 57, 162-164.
- Serpell, J.A. (1981) Childhood pets and their influence on adults attitudes. *Psychological Reports* 49, 651-654.
- Serpell, J.A. (1983) The personality of the dog and its influence on the pet-owner bond. In *New Perspectives on our lives with companion animals*, A.M.B. Katcher, A.M., ed. (Philadelphia: University of Pennsylvania).
- Serpell, J.A. (1991). Beneficial-effects of pet ownership on some aspects of human health and behavior. *Journal of the Royal Society of Medicine* 84, 717-720.
- Serpell, J.A. (1995) *The domestic dog: its evolution, behaviour and interactions with people* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Serpell, J.A. (2000a) Domestication and history of the cat. In *The domestic cat: the biology of its behaviour*, D.C. Turner, and P. Bateson, eds. (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 179-191.
- Serpell, J.A. (2000b) The power of animals: An ethnography. *Anthrozoos* 13, 127-128.
- Servais, V. (1999). Some comments on context embodiment in zootherapy: The case of the autidolfijn project. *Anthrozoos* 12, 5-15.
- Servais, V., Millot, J.L. (2003) Les interactions entre l'homme et les animaux familiers: quelques champs d'investigation et réflexions méthodologiques. In *L'éthologie appliquée aujourd'hui*, C. Baudouin, ed. (Paris: Editions ED).

- Shah, A., Frith, U. (1993) Why do autistic individuals show superior performance on the block design task. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines* 34, 1351-1364.
- Siegel, S., Castellan, N.J. (1988) *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*, 2nd edn (New York: McGraw-Hill).
- Sigman, M.D., Kasari, C., Kwon, J.H., Yirmiya, N. (1992) Responses to the negative emotions of others by autistic, mentally retarded, and normal children. *Child development* 63, 796-807.
- Simon, L.J. (1984) The pet trap: Negative effects of pet ownership on families and individuals. In *The pet connection*, R.K. Anderson, B. Hart, and L. Hart, eds. (Minneapolis: University of Minnesota Press), pp. 226-240.
- Sinha, Y., Silove, N., Wheeler, D., Williams, K. (2006) Auditory integration training and other sound therapies for autism spectrum disorders: a systematic review. *Archives of Disease in Childhood* 91, 1018-1022.
- Smith, W.J. (1963) Vocal communication of information in birds. *American naturalist* 97, 117-125.
- Smith, W.J. (1965) Message, meaning, and context in ethology. *The American Naturalist* 99, 405-409.
- Smith, W.J. (1977) *The behaviour of communicating: an ethological approach* (Cambridge Massachusetts & London, England: Harvard University Press).
- Speer, L.L., Cook, A.E., McMahon, W.M., Clark, E. (2007) Face processing in children with autism - Effects of stimulus contents and type. *Autism* 11, 265-277.
- Spinozzi, G. (1996) Categorization in monkeys and chimpanzees. *Behavioural Brain Research* 74, 17-24.
- Sroufe, L.A. (2005) Attachment and development: A prospective, longitudinal study from birth to adulthood. *Attachment & Human Development* 7, 349-367.
- Stefanatos, G.A. (2008) Regression in Autistic Spectrum Disorders. *Neuropsychology Review* 18, 305-319.
- Stone, W.L., Caromartinez, L.M. (1990) Naturalistic observations of spontaneous communication in autistic-children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 20, 437-453.
- Szatmari, P., Bryson, S.E., Boyle, M.H., Streiner, D.L., Duku, E. (2003) Predictors of outcome among high functioning children with autism and Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 4, 520-528.
- Szetei, V., Miklosi, A., Topal, J., Csanyi, V. (2003) When dogs seem to lose their nose: an investigation on the use of visual and olfactory cues in communicative context between dog and owner. *Applied Animal Behaviour Science* 83, 141-152.

- Tager-Flusberg, H. (1985) Basic level and super ordinate level categorization by autistic, mentally-retarded, and normal-children. *Journal of Experimental Child Psychology* 40, 450-469.
- Tager-Flusberg, H. (2000) Differences between neurodevelopmental disorders and acquired lesions. *Developmental Science* 3, 33-34.
- Tager-Flusberg, H. (2004) Strategies for conducting research on language in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 34, 75-80.
- Tager-Flusberg, H., Caronna, E. (2007) Language disorders: autism and other pervasive developmental disorders. *Pediatric Clinics of North America* 54, 469-+.
- Tager-Flusberg, H., Joseph, R., Folstein, S. (2001) Current directions in research on autism. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* 7, 21-29.
- Talay-Ongan, A., Wood, K. (2000) Unusual Sensory Sensitivities in Autism: a possible crossroads. *International Journal of Disability, Development and Education*, 47, 201-212.
- Tallet, C., Spinka, M., Maruscakova, I., Simecek, P. (2010) Human perception of vocalizations of domestic piglets and modulation by experience with domestic pigs (*Sus scrofa*). *Journal of Comparative Psychology* 124, 81-91.
- Tanguay, P.E. (2000) Pervasive developmental disorders: A 10-year review. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 39, 1079-1095.
- Tardif, C., Plumet, M.H., Beaudichon, J., Waller, D., Bouvard, M., Leboyer, M. (1995) Micro-analysis of social interactions between autistic children and normal adults in semi-structured play situations. *International Journal of Behavioral Development* 18, 727-747.
- Terril, L.A., Clemons, D. (1998) *The Laboratory Guinea Pig* (CRC-Press).
- Thaut, M.H. (1987) Visual versus auditory (musical) stimulus preferences in autistic-children - a pilot-study. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 17, 425-432.
- Thieltges, H. (2010) Discrimination de la voix humaine chez les chevaux domestiques : impact de la familiarité. In *Laboratoire Ethologie Animale et Humaine (Rapport de Master 2, Rennes, Université Rennes 1)*.
- Thorsen, K.L., Goldberg, W.A., Osann, K., Spence, M.A. (2008) Birthday and non-birthday videotapes: The importance of context for the behavior of young children with autism. *Journal of Autism And Developmental Disorders* 38, 1047-1058.
- Tincoff, R., Hauser, M., Tsao, F., Spaepen, G., Ramus, F., Mehler, J. (2005) The role of speech rhythm in language discrimination: further tests with a non-human primate. *developmental science*, 8, 1, 26-35.
- Toda, Y., Mori, K., Hashimoto, T., Miyazaki, M., Kuroda, Y. (2004) Efficacy of secretin for the treatment of autism. *No To Hattatsu* 36, 289-295.
- Todt, D., Hultsch, H., Heike, D. (1979) Conditions affecting song acquisition in nightingales (*Luscinia megarhynchos L.*). *Zeitschrift Fur Tierpsychologie-Journal of Comparative Ethology* 51, 23-35.

- Tomasello, M. (1995) Joint attention as social cognition. In Joint attention: Its origin and role in development, C. Moore, and P.J. Dunham, eds. (Erlbaum), pp. 103-130p.
- Topal, J., Miklosi, A., Csanyi, V., Doka, A. (1998) Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's strange situation test. *Journal of Comparative Psychology* 112, 219-229.
- Tordjman, S. (2002) Les instruments d'évaluation de l'autisme: intérêts et limites. *Psychiatrie de l'enfant* 45, 533-558.
- Tordjman, S., Anderson, G.M., Botbol, M., Brailly-Tabard, S., Perez-Diaz, F., Gaignic, R., Carlier, M., Schmit, G., Rolland, A.C., Bonnot, O., Trabado, S., Roubertoux, P., Bronsard, G. (2009) Pain reactivity and plasma beta-endorphin in children and adolescents with autistic disorder. *Plos One* 4.
- Tordjman, S., Anderson, G.M., Pichard, N., Charbuy, H., Touitou, Y. (2005) Nocturnal excretion of 6-sulphatoxymelatonin in children and adolescents with autistic disorder. *Biological Psychiatry* 57, 134-138.
- Tordjman, S., Ferrari, P. (2001) L'autisme et les Troubles Autistiques. In *Actualités en Psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent*, Flammarion, ed., pp. 405.
- Travis, L.L., Sigman, M. (1998) Social deficits and interpersonal relationships in autism. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* 4, 65-72.
- Trevarthen, C., Hubley, P. (1978) Secondary intersubjectivity: confidence, confiding and acts of meaning in the first year. In *Action, Gesture and Symbol: The emergence of language*, A. Lock, ed. (London: Academic Press), pp. 183-230.
- Triebenbacher, S.L. (2000) The companion animal within the family system: the manner in which animals enhance life within the home. In *Handbook on Animal-Assisted Therapy: Theoretical Foundations and Guidelines for Practice*, A. Fine, ed. (San Diego, USA: Academic Press), pp. 357-374.
- Tuchman, R., Moshe, S.L., Rapin, I. (2009) Convulsing toward the pathophysiology of autism. *Brain and Development* 31, 95-103.
- Turner, D.C. Attitudes toward animals and animal welfare – a crosscultural (international) comparison. In 12th IAHAIO, Stockholm, Sweden.
- Turner, D.C., Bateson, P. (2000) *The domestic cat: the biology of its behaviour*, 2nd edn (Cambridge: Cambridge University Press).
- Turner, D.C., Rieger, G. (2001) Singly living people and their cats: A study of human mood and subsequent behavior. *Anthrozoos* 14, 38-46.
- Turner, M. (1999) Annotation: Repetitive behaviour in autism: a review of psychological research. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 40, 6, 839-849.
- Udell, M.A.R., Giglio, R.F., Wynne, C.D.L. (2008) Domestic dogs (*Canis familiaris*) use human gestures but not nonhuman tokens to find hidden food. *Journal of Comparative Psychology* 122, 84-93.

- Ungerer, J.A., Sigman, M. (1987) Categorization skills and receptive language-development in autistic-children. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 17, 3-16.
- Vanhoutte, B.A., Jarvis, P.A. (1995) the role of pets in preadolescent psychosocial development. *Journal of Applied Developmental Psychology* 16, 463-479.
- Vas, J., Topal, J., Gacsi, M., Miklosi, A., Csanyi, V. (2005) A friend or an enemy? Dogs' reaction to an unfamiliar person showing behavioural cues of threat and friendliness at different times. *Applied Animal Behaviour Science* 94, 99-115.
- Viranyi, Z., Topal, J., Gacsi, M., Miklosi, A., Csanyi, V. (2004) Dogs respond appropriately to cues of humans' attentional focus. *Behavioural Processes* 66, 161-172.
- von Uexküll, J. (1965) *Mondes Animaux et Monde Humain, suivi de la Théorie de la Signification*. (Paris: Gonthier).
- Vygotsky, L. (1978) Interaction between Learning and Development. In *Mind in society*, M. Cole, ed. (Cambridge, MA: Harvard University Press), pp. 79-91.
- Wahlberg, T., Jordan, S. (2001). A case study in the dynamics of autism. In *Autistic spectrum disorders: Educational and clinical interventions. Advances in special education*, T. Wahlberg, F. Obiakor, S. Burkhardt, & A. F. Rotatori, ed. (Oxford, United Kingdom: Elsevier Science) pp. 53–65.
- Waiblinger, S., Boivin, X., Pedersen, V., Tosi, M.V., Visser, K., Jones, R.B. (2006) Assessing the human–animal relationship in farm species: a critical review. *Applied Animal Behaviour Science* 101, 185-242.
- Waiblinger, S., Menke, C., Coleman, G. (2002) The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stock people and subsequent behaviour and production of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 79, 195-219.
- Wakefield, A.J., Murch, S.H., Anthony, A., Linnell, J., Casson, D.M., Malik, M., Berelowitz, M., Dhillon, A.P., Thomson, M.A., Harvey, P. (1998) Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children (Retracted article. See vol 375, pg 445, 2010). *Lancet* 351, 637-641.
- Waldman, M., Nicholson, S., Adilov, N., Williams, J. (2008) Autism Prevalence and Precipitation Rates in California, Oregon, and Washington Counties. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* 162, 1026-1034.
- Watzlawick, P., Jackson, D.D., Beavin, J.H. (1967) *Pragmatics on human communication: a study of interactional patterns, pathologies, and paradoxes* (New York: Norton & Co).
- Watzlawick, P., Weakland, J.H. (2004) *Sur l'interaction* (Paris: Seuil).
- Wedl, M., Kotrschal, K. (2009) Social and Individual Components of Animal Contact in Preschool Children. *Anthrozoos* 22, 383-396.
- Weissman, J.R., Kelley, R.I., Bauman, M.L., Cohen, B.H., Murray, K.F., Mitchell, R.L., Kern, R.L., Natowicz, M.R. (2008) Mitochondrial disease in autism spectrum disorder patients: a cohort analysis. *Plos One* 3.

- Willemsen-Swinkels, S.H., Buitelaar, J.K., Dekker, M., van Engeland, H. (1998) Subtyping stereotypic behavior in children: the association between stereotypic behavior, mood, and heart rate. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 28, 6, 547-557.
- Wilson, E.O. (1984) *Biophilia* (Cambridge: Harvard University press).
- Wilson, R., Pascalis, O., Blades, M. (2007) Familiar face recognition in children with autism: The differential use of inner and outer face parts. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 37, 314-320.
- Wilson, D.E., Reeder, D.M. (2005) *Mammal species of the world* (Johns Hopkins University Press).
- Wing, L. (1988) The continuum of autistic characteristics. In *Diagnosis and assessment in autism*, E.A.M. Schopler, G.B., ed. (New-York: Plenum), pp. 91-110p.
- Wing, L. (1996) *The Autistic Spectrum* (London: Constable).
- Wing, L., Gould, J. (1979) Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Disorders* 9.
- Winkler, A., Fairnie, H., Gericevich, F., Long, M. (1989) The impact of a resident dog on an institution for the elderly: Effects on perceptions and social interactions. *The Gerontologist* 29, 216-223.
- Winnicott, D. (1986) Transitional objects and transitional phenomena. In *Essential papers on object relations*, P. Buckley, ed. (New York: New York University Press), pp. 254-271.
- Wolery, M. (2000) Commentary: The environment as a source of variability: Implications for research with individuals who have autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders* 30, 379-381.
- Wong, C.S., Kasari, C., Freeman, S., Paparella, T. (2007) The acquisition and generalization of joint attention and symbolic play skills in young children with autism. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities* 32, 101-109.
- World Health Organization (1994). *The composite international diagnostic interview, Version 1.1*. Geneva: Researcher's manual.
- Yirmiya, N., Kasari, C., Sigman, M., Mundy, P. (1989) Facial expressions of affect in autistic, mentally-retarded and normal-children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines* 30, 725-735.
- Yirmiya, N., Solomonica-Levi, D., Shulman, C. (1996) The ability to manipulate behavior and to understand manipulation of beliefs: A comparison of individuals with autism, mental retardation, and normal development. *Developmental Psychology* 32, 62-69.
- Zapf, S., Rough, R. (2002) The development of an instrument to match individuals with disabilities and service animals. *Disability and Rehabilitation* 24, 47-58.
- Zayan, R., Vauclair, J. (1998) Categories as paradigms for comparative cognition. *Behavioural Processes* 42, 87-99.

ANNEXES

APPENDIXES

Annexes

Ici sont présentés des éléments qui ont servi dans la construction de ce travail de recherche (Annexes 1, 2). Outre les travaux présentés au cours de cette thèse, j'ai participé à l'écriture d'un article s'intéressant au rôle de la photopériode sur les capacités des enfants avec autisme (en préparation, coauteurs : S. Tordjman, G. Anderson). De plus, j'ai communiqué lors de congrès nationaux et internationaux. A cette occasion, un article a été publié dans le bulletin scientifique de l'ARAPI (Annexe 3). D'autre part, j'ai rédigé plusieurs compte rendu d'interventions ayant eu lieu lors de l'IRIA 2009 pour cette même revue (Annexe 4). J'ai aussi été experte sur la relation homme-chat pour le magazine d'octobre 2010 de "30 millions d'amis" (sortie en kiosque fin septembre). L'ensemble de mes autres activités (*e.g.* expériences professionnelles, enseignement, association, représentation universitaire) seront détaillées dans mon curriculum vitae (Annexe 5) suivi de la liste de mes publications et communications (Annexe 6). Tout au long de ma recherche, j'ai tenu un blog autour des thématiques du syndrome autistique et des relations homme-animal (<http://relationenfantanimal.blogspot.com>).

Annexe 1 : Description des deux espèces incluses dans l'observation des comportements de l'enfant avec son animal familier

1. L'espèce chien

Le chien (*Canis lupus familiaris* Linné 1758 cité par Serpell, 1995) appartient à l'ordre des Carnivores (*Carnivora*) et à la famille des Canidés (*Canidea*), familles regroupant notamment différentes espèces de loups, renards, chacals et chiens. Il appartient au genre *Canis* où *Canis lupus familiaris* est l'espèce domestiquée, répartie en de nombreuses races. L'apparence générale des chiens est très différente d'une race à l'autre (Fig. 1). Par exemple, ils peuvent peser de 900g (chihuahua) à 140kg (mastiff). Le chien aurait été la première espèce à avoir été domestiquée par l'homme (Clutton-Brock, 1995). Les traces les plus anciennes de cette domestication datent de 14000 ans avant JC (Nobis, 1979).

Le chien est un animal social qui utilise trois principaux canaux de communication : l'auditif, le visuel et l'olfactif. Il utilise une large gamme de cris dépendant du contexte (*e.g.* aboiement pour la défense ou le jeu, gémissement pour la soumission), même si la fonction de certains cris reste floue (Bradshaw & Nott, 1995). La communication auditive est préférentiellement utilisée quand la communication visuelle n'est pas possible. La communication visuelle, tout comme le chat, repose sur les postures comme l'agression ou la soumission (Serpell, 1995; Turner & Bateson, 2000). Cependant, la sélection des races opérée par l'homme a réduit les capacités de certains chiens à communiquer *via* les postures (*e.g.* boxer à la queue coupée (Beaver, 1982). Certains auteurs postulent que les chiens ont pu compenser ces difficultés à utiliser le canal visuel en développant leurs capacités olfactives (Bradshaw & Nott, 1995). Cette dernière forme de communication se développe selon deux aspects: (1) le dépôt de phéromones dans l'environnement par le biais de l'urine par exemple et (2) la sécrétion d'odeur corporelle propre à chaque individu (Bradshaw & Nott, 1995). Ces trois canaux de communication sont utilisés conjointement dans la communication avec l'homme (Filiatre *et al.*, 1986; Millot *et al.*, 1988). Par exemple, un chien mis face à un mannequin d'enfant va adapter son comportement en fonction de la posture de l'enfant (agonistique ou amicale) et de son odeur corporelle (T-shirt avec une odeur familière ou non) (Millot *et al.*, 1987).



Extraits des films réalisés avec l'animal familier. A gauche, un garçon en interaction passive avec son chien. A droite, un garçon en interaction triadique avec sa mère et son chat.

2. L'espèce chat

Le chat domestique (*Felis silvestris catus* Linné 1758 cité par Turner & Bateson, 2000) appartient à l'ordre des Carnivores (*Carnivora*) et à la famille des Félidés (*Felidea*), familles regroupant notamment différentes espèces de panthères, lions, léopards, lynx et chats. Il appartient au genre *Felis* qui comprend 7 espèces de chats. *Felis silvestris catus* est l'espèce domestiquée, répartie en une cinquantaine de races différentes. Les chats sont des félidés de petite taille dont le poids varie entre 2.5g et 4.5kg²¹ et mesurent de 46 à 51 centimètres de long avec une queue de 20 à 25 cm (Fig. 1). Leur apparence générale de félidé va varier selon leur race (*e.g.* face écrasée chez les persans, absence de poils chez les chats nus).

Les premières traces de domestication du chat datent de 6000 avant JC (Davis, 1987; Groves, 1989), avec une histoire mouvementée dans sa relation à l'homme (*e.g.* vénération durant l'Egypte antique puis diabolisé au Moyen Âge en Occident; Serpell, 2000a).

Bien que le chat soit un animal territorial, il reste avant tout un animal social (Turner & Bateson, 2000). Il communique principalement par communication visuelle ou olfactive (Bradshaw & Cameron-Beaumont, 2000). D'une part, il utilise un vaste répertoire postural: posture corporelle, mimique faciale, mouvement de queue, des yeux et des oreilles (Leyhausen, 1979). D'autre part, il utilise des phéromones émises par différentes glandes ou présentes dans la salive, les fèces ou l'urine, déposées de manière volontaire ou involontaire

²¹ Certains cas extrêmes peuvent peser jusqu'à 20kg, conséquence à des conditions de vie particulières.

(Bradshaw & Cameron-Beaumont, 2000). Elles ont l'avantage de maintenir le signal dans le temps, même en l'absence du chat, contrairement aux vocalisations par exemple. Enfin, en dehors de la relation entre une chatte et ses petits, le miaulement est très peu utilisé lorsque des chats communiquent entre eux. Par contre, au contact de l'humain, le chat utilise différentes vocalisations pour communiquer (Turner & Bateson, 2000). Pour finir, l'individualité du chat est fortement marquée sur différents paramètres comportementaux comme la curiosité, l'agressivité, la sociabilité avec les humains (Feaver *et al.*, 1986).

Annexe 2 : Exemple de droit à l'image entre la doctorante et le représentant légal de l'enfant mineur participant à un protocole filmé

Autorisation de reproduction et de représentation de photographie/vidéo pour une personne mineure

ENTRE : Mme, M _____ et Mme, M _____
 Demeurant _____
 Dénommé(e) ci-après "Les représentants légaux"
 Représentants légaux de l'enfant dont le nom est _____ né le ____/____/____ à _____,
 Demeurant à _____
 Dénommé(e) ci-après "L'enfant"

ET : Marine Grandgeorge, né(e) le 01/09/1982 à Sélestat (67)
 Demeurant à Rennes (35)
 Dénommé(e) ci-après "la doctorante"

Par le présent contrat, les REPRESENTANTS LEGAUX donnent à LA DOCTORANTE les informations concernant l'utilisation du film (en partie ou en totalité) et des photographies issues de ce film sur lesquels figure leur ENFANT, film réalisé le ____ à ____

En tant que REPRESENTANTS LEGAUX,

- ☐ nous n'autorisons pas l'utilisation du film (en partie ou en totalité) et des photographies qui en sont issues
- ☐ nous autorisons l'utilisation du film et des photographies qui en sont issues dans le cadre scientifique uniquement. Ces images pourront être reproduites en partie ou en totalité sur tout support (papier, numérique, magnétique, tissu, plastique etc.) et intégrées à tout autre matériel (photographie, dessin, illustration, peinture, vidéo, animations etc.), sans détournement de leur signification initiale.
- ☐ nous autorisons l'utilisation du film et des photographies qui en sont issues dans toute communication (scientifique ou grand public) portant sur ce travail de recherche. Ces images pourront être reproduites en partie ou en totalité sur tout support (papier, numérique, magnétique, tissu, plastique etc.) et intégrées à tout autre matériel (photographie, dessin, illustration, peinture, vidéo, animations etc.), sans détournement de leur signification initiale.
- ☐ Autre (précisez) :

Il est entendu que LA DOCTORANTE s'interdit expressément une exploitation des images susceptibles de porter atteinte à la vie privée de l'ENFANT, et une diffusion sur tout support à caractère pornographique, xénophobe, violent ou illicite.

Les REPRESENTANTS LEGAUX reconnaissent par ailleurs que l'ENFANT n'est lié à aucun contrat exclusif sur l'utilisation de son image ou de son nom.

Les REPRESENTANTS LEGAUX confirment que quelle que soit l'utilisation choisie, le genre ou l'importance de la diffusion, ils s'engagent à ne pas demander de rémunération. En contrepartie, LA DOCTORANTE s'engage à ne jamais être rémunérée pour l'utilisation de ces images.

Le présent contrat est conclu pour une durée de 10 ans à compter du jour de son acceptation. Il sera reconduit par tacite reconduction pour des périodes de 3 ans. Il peut être rompu par toute demande faite par écrit par les REPRESENTANTS LEGAUX auprès de LA DOCTORANTE

Fait à _____ le _____

Les REPRESENTANTS LEGAUX

LA DOCTORANTE

Annexe 3 : Article paru dans le bulletin scientifique de l'ARAPI n°25 (2010)

10^{ème} Université d'automne - Communications affichées

Influence de facteurs environnementaux sur le développement langagier des enfants avec troubles du spectre autistique

Marine Grandgeorge¹

Bien que le débat inné/acquis semble appartenir au passé, la question de l'importance relative entre génétique et expérience dans le développement reste très vive (Plomin, 2001). Les facteurs génétiques et environnementaux déterminent différents aspects comme le tempérament, mais leurs poids relatifs peuvent varier selon le trait étudié (Hausberger, Bruderer, Le Scolan, & Pierre, 2004). Les études sur les jumeaux montrent que les parents influencent les comportements prosociaux des enfants en agissant comme une « modulation » des influences génétiques. Cela est également vrai dans le cas de troubles psychiatriques. En dépit d'une forte base génétique (Tienari et al., 2004), la schizophrénie peut être influencée aussi bien par les parents (Tienari, Wahlberg, & Wynne, 2006) que par des facteurs prénataux comme une maladie infectieuse (Franzek & Stöber, 1995).

L'importance donnée aux facteurs génétiques et environnementaux est aussi influencée par les courants historiques, notamment dans le cas des troubles psychiatriques (Robert, 2000). Ainsi, il y a une soixantaine d'années, certains auteurs concevaient les troubles autistiques – caractérisés par des déficits sociaux, ainsi que des communication verbale et non verbale (APA, 1994) – comme une conséquence de facteurs environnementaux défavorables (e.g. mère réfrigérateur, Kanner, 1949). Ardemment contestée, la théorie du manque d'affection maternelle a laissé sa place à une recherche radicalement tournée vers des hypothèses neuronales et cognitives (Rimland, 1964). Depuis l'évolution des technologies au cours des années 1990, l'accent a été clairement donné aux bases biologiques de ces troubles (Muhle, Trentacoste, & Rapin, 2004).

Le retrait social des personnes avec troubles autistiques, par exemple, a été attribué à des altérations dans le sillon temporal supérieur (STS), région cérébrale associée à

la reconnaissance de la voix (Belin, Zatorre, Lafaille, Ahad, & Pike, 2000). Un développement biologique altéré (i.e. des déficiences auditives et de traitement) pourrait conduire à ce retrait social observé dans les troubles autistiques (Gervais et al., 2004).

Etudier les animaux permet un éclairage nouveau sur le développement de l'Homme (Gosling, 2001) ; un parallèle avec les oiseaux amène à interroger cette causalité. En effet, l'expérience sociale est cruciale pour le développement de l'aire auditive centrale chez les jeunes oiseaux chanteurs (Cousillas et al., 2006 ; Cousillas et al., 2004). L'isolement social peut induire les mêmes altérations dans l'aire auditive centrale que la privation auditive ou un isolement physique (Cousillas, George, Henry, Richard, & Hausberger, 2008). Le contact social direct avec des adultes et la qualité des interactions peut influencer le développement vocal et perceptif, aussi bien chez les oiseaux que chez les humains (Goldstein, King, & West, 2003 ; Kuhl, 2003).

Les chercheurs reconnaissent généralement que les troubles autistiques ne sont pas affectés par les parents, mais on peut se demander si, comme chez l'animal (Hausberger, et al., 2004), les différents traits comportementaux sont différemment influencés par des facteurs génétiques et / ou environnementaux. Le langage est un trait intéressant à étudier pour deux raisons. D'une part, son développement semble être fortement influencé par des facteurs sociaux ; d'autre part, les anomalies langagières sont le premier déficit qui inquiète plus de 50 % des familles d'enfants avec troubles autistiques (De Giacomo & Fombonne, 1998).

Le développement du langage chez les enfants typiques est soumis aux facteurs sociaux ; par exemple ceux élevés par des parents de haut niveau d'éducation ont un développement plus rapide que celui des enfants élevés par

¹ Université de Rennes 1, Ethos, UMR 6552 CNRS – Ethologie animale et humaine, Rennes, France, marine.grandgeorge@univ-rennes1.fr

Travaux de recherche réalisés dans le cadre d'un doctorat de psychologie, sous la direction de Martine Hausberger (DR UMR CNRS 6552, ETHOS, Rennes), Sylvie Tordjman (PUPH1 pédopsychiatrie, CHGR, Rennes), Michel Deleau, PU, E.A. 1285 CRPCC, Rennes)

10^{ème} Université d'automne - Communications affichées

des parents de bas niveau d'éducation (Hoff & Naigles, 2002). Le comportement des parents lors des interactions verbales avec les enfants diffère selon leur statut socio-économique (Hoff, Laursen, & Tardif, 2002). En outre, les mères et les pères semblent influencer les enfants de différentes façons (Hart & Risley, 1995).

Dans la présente étude, nous avons émis l'hypothèse que les caractéristiques des parents influencent également le développement du langage chez les enfants avec troubles autistiques. Nous avons comparé les caractéristiques précoces du développement langagier à l'aide de l'Autism Diagnostic Interview-Revised (Lord, Rutter, & Le Couteur, 1994) sur un large échantillon d'enfants dont les parents ont des niveaux d'éducation différents. Ces données ont été comparées sur des compétences non linguistiques acquises au même âge.

Méthodes

(1) Enfants avec autisme

Tous les enfants ont été recrutés au Centre de Ressources Autisme Bretagne, Bohars (n=162, 135 garçons et 27 filles, âge moyen à l'évaluation: 98 mois \pm 54; min : 37, max : 373). Ils remplissent tous les critères du Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux 4^{ème} édition – DSM IV (APA, 1994) et de la Classification Internationale des Maladies 10^{ème} édition – CIM 10 (WHO, 1994). Ils vivent dans des familles biparentales biologiques, sont en bonne santé physique et sont âgés d'au moins 33 mois. Le français est leur langue maternelle.

N	162
Niveau d'éducation des parents	
Bas niveau d'éducation (NEB)	
Mère NEB	53 (32.7 %)
Père NEB	64 (39.5 %)
Niveau d'éducation moyen (NEM)	
Mère NEM	26 (16.1 %)
Père NEM	26 (16.1 %)
Haut niveau d'éducation (NEH)	
Mère NEH	83 (51.2 %)
Père NEH	72 (44.4 %)

Table 1 : Caractéristiques des mères et des pères ; d'après Grandgeorge et al., 2009

(2) Parents

Le niveau d'éducation des parents a été évalué indépendamment (tableau 1). Selon la classification de l'INSEE 2003, 3 catégories sont examinées : (1) bas niveau d'éducation NEB (cursus inférieur au baccalauréat), (2) niveau d'éducation moyen NEM (cursus entre le baccalauréat et bac +2) et (3) haut niveau d'éducation NEH (cursus supérieur à bac +2). Les mères et les pères peuvent avoir ou non le même niveau d'éducation.

(3) Mesures

L'Autism Diagnostic Interview-Revised ou ADI-R (Lord, et al., 1994) a permis les évaluations comportementales des enfants. Cet entretien parental, semi structuré, a été mené par des psychiatres confirmés. Administré aux deux parents en même temps, il donne un score issu de leurs réponses communes qui ne sont donc pas indépendantes. Trois domaines majeurs des troubles autistiques sont évalués : communication verbale et non verbale, interactions sociales réciproques, comportements stéréotypés et intérêts restreints. Grâce à une observation clinique directe de chaque enfant, un diagnostic de troubles autistiques a été posé (critères du DSM IV et de la CIM-10) et confirmé par l'ADI-R.

Les parents ont été interrogés sur le développement du langage et le développement sensori-moteur de leur enfant. Les critères du langage qui ont été étudiés sont (a) l'âge des 1^{ers} mots isolés (en mois, mots utilisés régulièrement et spontanément dans un but communicatif en référence à un concept, un objet ou un événement, « papa » et « maman » sont exclus. Les enfants étaient considérés comme en retard quand ils utilisaient leurs 1^{ers} mots après 24 mois et comme sans retard quand ils ont utilisé leurs 1^{ers} mots avant 24 mois) et (b) l'âge des 1^{ères} phrases (en mois, phrases composées d'au moins deux mots, l'un étant un verbe, les combinaisons nom-attribut et les paroles écholaliques ou apprises sont exclues. Les enfants étaient considérés comme en retard quand ils utilisaient leurs 1^{ères} phrases après 33 mois et comme sans retard quand ils ont utilisé leurs 1^{ères} phrases avant 33 mois). Les critères sensori-moteurs qui ont été étudiés sont (a) l'âge de la position assise sans aide sur une surface plane (en mois ; les enfants sont considérés comme avec retard si l'événement a lieu après l'âge de 8 mois), (b) l'âge de la marche sans aide (en mois ; les enfants sont considérés comme avec retard si l'événement a lieu après l'âge de 18 mois), (c) l'âge de contrôle de la vessie au cours de la journée (en mois ; l'âge auquel l'enfant est propre après 12 mois sans accident) et enfin, (d) l'âge de contrôle de la vessie au cours de la nuit (en mois ; l'âge auquel l'enfant est propre après 12 mois sans accident). Toutes les données ont été confirmées par le carnet de santé de chaque enfant. Un accord verbal a été donné par tous les parents.

(4) Analyses statistiques

Les analyses ont été effectuées en 4 étapes à un seuil de significativité de $p < 0.05$ (Minitab®). Le test de Kruskal-Wallis a comparé les âges des étapes langagières et sensorimotrices (voir ci-dessus) selon les 3 niveaux d'éducation des mères et des pères. Des comparaisons post hoc sont ensuite appliquées à l'aide du test de Mann-Whitney. Le test du Khi-deux a évalué la relation entre les 3 niveaux d'éducation des mères et des pères et les 1^{ers} mots et 1^{ères} phrases (enfants avec retard ou sans retard).

10^{ème} Université d'automne - Communications affichées

Résultats

Nous avons mis en évidence une claire influence du niveau d'éducation – aussi bien celui des mères que celui des pères – sur le développement du langage des enfants avec troubles autistique ; un tel effet n'a pas été observé sur le développement sensori-moteur (Tous les tests de Kruskal-Wallis et Mann-Whitney, $p > 0.05$).

Âge des 1^{ers} mots

91.4 % des enfants ont utilisé leurs 1^{ers} mots, en moyenne à l'âge de 26.4 ± 15.5 mois (min : 6 ; max : 84). 46.3 % des enfants les ont utilisés avant 24 mois (i.e. *sans retard*) et 45.1 % après 24 mois (i.e. *avec retard*). Les 14 enfants restants n'avaient pas encore prononcé leurs 1^{ers} mots quand ils ont été évalués, même s'ils avaient en moyenne 82.0 mois ± 68.3 (min : 37 ; max : 309). Le niveau d'éducation des pères n'influence pas significativement l'âge des 1^{ers} mots (Test de Kruskal-Wallis : $n=147$, $H=3.09$, $p=0.21$; Figure 1) alors que c'est le cas pour le niveau d'éducation des mères (Test de Kruskal-Wallis : $n=147$, $H=7.12$, $p=0.03$; Fig.1). De plus, les enfants de mères NEB prononcent leurs 1^{ers} mots plus tard que les enfants de mères NEM et NEH ($X = 32.1 \pm 18.5$ mois, $X = 24.0 \pm 14.0$ mois, $X = 23.0 \pm 9.8$ mois respectivement, $n_B=48$, $n_H=74$, $U=3428$, $p=0.01$, $n_B=48$, $n_H=25$, $U=1942$, $p=0.05$; Figure 1). Les enfants de mères NEM et NEH ne diffèrent significativement pas ($n_N=25$, $n_H=74$, $U=1289$, $p=0.76$; Figure 1). 53.7 % des enfants sont considérés avec retard. Le groupe sans retard et le groupe avec retard diffèrent selon le niveau d'éducation des mères et des pères (d'après une distribution au hasard, tous les tests χ^2 $p < 0.001$). Les enfants sans retard sont principalement élevés par des mères NEH et des pères NEH (d'après une distribution au hasard, tous les tests χ^2 $p < 0.001$; Fig. 2A, 2B). Les enfants avec retard sont surtout élevés par des mères NEB et des pères NEB (d'après une distribution au hasard, tous les tests χ^2 $p < 0.05$).

Âge des 1^{ères} phrases

75.9 % des enfants ont prononcé leurs 1^{ères} phrases, en moyenne à 39.8 mois ± 18.0 (min : 11 ; max : 120). 29.6 % des enfants les ont utilisés avant 33 mois (i.e. *sans retard*) et 46.3 % après 33 mois (i.e. *avec retard*). Les 39 enfants restants n'avaient pas encore prononcé leurs 1^{ères} phrases quand ils ont été évalués, même s'ils avaient en moyenne 78.2 ± 48.2 mois (min : 37 ; max : 309). Le niveau d'éducation des pères n'influence significativement pas l'âge des 1^{ères} phrases (Test de Kruskal-Wallis : $n=123$, $H=4.01$, $p=0.13$) alors que c'est le cas pour le niveau d'éducation des mères (Test de Kruskal-Wallis : $n=123$, $H=12.38$, $p=0.002$). Les enfants de mères NEB prononcent leurs 1^{ères} phrases plus tard que les enfants de mères NEH ($X = 45.3 \pm 14.9$ mois, $X = 34.7 \pm 14.5$ mois respectivement, $n_B=41$, $n_H=62$, $U=2653$, $p < 0.001$), tandis que les enfants de mères NEM sont intermédiaires ($n_N=20$, $n_H=41$, $U=1355$, $p=0.20$ et $n_N=20$, $n_H=62$, $U=951$, $p=0.19$, respectivement). 70.3 % des enfants ont un retard dans l'utilisation des 1^{ères} phrases. Le groupe sans retard et le groupe avec retard diffèrent significativement selon le

niveau d'éducation, aussi bien des mères que des pères (tous les tests χ^2 $p < 0.001$). La majorité des enfants sans retard sont élevés par des mères NEH et des pères NEH (tous les tests χ^2 $p < 0.001$; Figures 2A, 2B). La plupart des enfants avec retard sont élevés par des mères NEH et NEB et des pères NEB (tous les tests χ^2 $p < 0.05$).

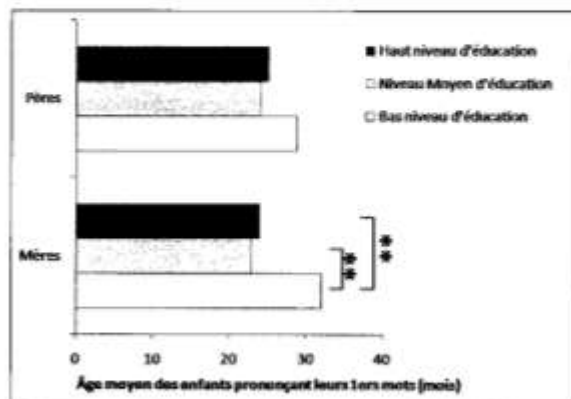


Figure 1 : Âge moyen des enfants au moment où ils prononcent leurs 1^{ers} mots selon le niveau d'éducation des mères et des pères. Le niveau de significativité est ** $p < 0.01$

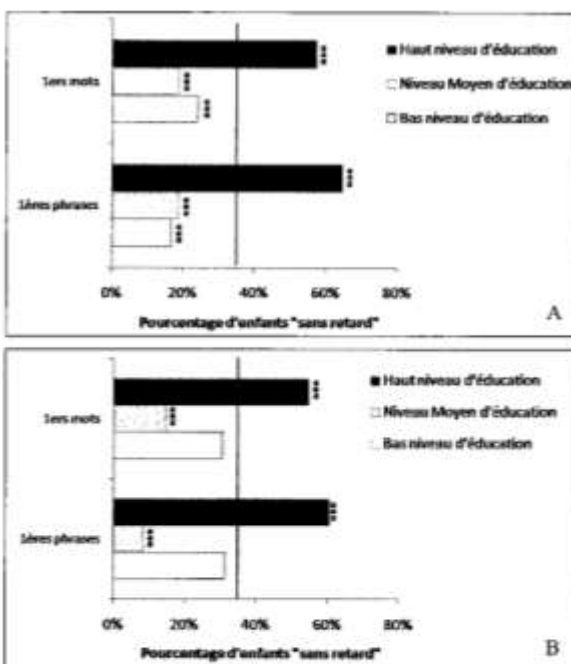


Figure 2 : Pourcentages moyens des enfants utilisant leurs 1^{ers} mots avant 24 mois (sans retard) et utilisant leurs 1^{ères} phrases avant 33 mois (sans retard) selon le niveau d'éducation (A) des mères et (B) des pères. La ligne indique une distribution au hasard. Les valeurs en dessous de la ligne indiquent un groupe moins représenté et les valeurs au-dessus de la ligne indiquent un groupe plus représenté. Le niveau de significativité est *** $p < 0.001$

10^{ème} Université d'automne - Communications affichées

Discussion

Notre étude sur les caractéristiques précoces du développement révèle une claire influence du niveau d'éducation des parents, différente selon le père et la mère. Le langage des enfants élevés par des parents de haut niveau d'éducation (> bac +2) se développe plus précocement et ceux de mères de haut niveau d'éducation prononcent leurs 1^{ers} mots et leurs 1^{ères} phrases plus tôt que les autres. Sans exclure une transmission génétique des capacités cognitives à cet âge (Pinker, 2002), ces résultats suggèrent l'importance des facteurs environnementaux (e.g. influence parentale) sur le développement comportemental des enfants avec troubles autistiques. Néanmoins, ces influences sont clairement liées au langage, le développement sensori-moteur n'étant pas affecté. Cette étude, à notre connaissance, constitue la première démonstration d'une telle influence.

L'aspect rétrospectif pourrait être mis en cause, les parents pouvant se tromper sur les âges des 1^{ers} mots et des 1^{ères} phrases. Cependant, les informations sont recoupées avec le carnet de santé. En outre, les caractéristiques précoces du langage ont une place particulière car elles sont l'un des premiers signes d'altération rapportés dans les troubles autistiques (De Giacomo & Fombonne, 1998). Notre large cohorte ressemble aux autres populations aux troubles autistiques - la moitié des enfants n'ont pas un langage fonctionnel (Bailey, Phillips, & Rutter, 1996). Comme chez les enfants au développement typique et contrairement aux études précédentes (Fombonne, 2003), les enfants avec troubles autistiques sont aussi soumis aux variations inter-individuelles associées au statut socioéconomique des parents - qui inclut le niveau d'éducation, leur revenu, leur réseau social, etc. (Ensminger & Fothergill, 2003). Ainsi, notre étude montre que les facteurs environnementaux pourraient influencer des aspects précis du développement des troubles autistiques (e.g. âge des 1^{ers} mots et 1^{ères} phrases) comme des études sur les animaux ont pu le montrer (Hausberger, et al., 2004). Ainsi, seules des études détaillées - comme ici - peuvent mettre en évidence une telle influence de l'environnement. Bien que les modèles génétiques soient privilégiés en ce moment dans les troubles psychiatriques, nos résultats montrent l'importance de prendre en compte la dualité environnement / génétique puisque « il n'y a pas de génome sans système » (Robert, 2000).

Il n'est pas surprenant que des facteurs externes, comme l'environnement social, influence le langage puisque ce dernier est considéré comme « un acte social » (Locke & Snow, 1997). Les enfants ont besoin d'opportunité de communication et un modèle langagier pour développer leur langage (Hoff, 2006) - le niveau d'éducation des parents en étant un modulateur significatif (Pancsofar & Vernon-Feagans, 2006). Des études récentes suggèrent que les enfants avec troubles autistiques ont des bases communes avec les enfants au développement typique dans l'acquisition du langage (Swensen, Kelley, Fein, & Naigles, 2007). Ces retards pourraient résulter d'un désintérêt social plus que d'un trouble du langage basi-

que (Tager-Flusberg, 2000). Les déficits de perception peuvent exister comme une conséquence des déficits de traitement de la voix dans la zone du STS (Gervais, et al., 2004), mais un retrait social et un manque d'attention sociale pourraient être aussi associés à ces anomalies (Cousillas, et al., 2008). Ainsi, les variations individuelles pourraient refléter les variations de l'attention sociale (Stevens, Fanning, Cochu, Sandersa, & Neville, 2008).

Bien qu'il soit clairement établi que chez les enfants au développement typique (Hoff-Ginsberg, 2000) le statut socioéconomique est une variable créant « différentes conditions de vie à différents niveaux d'ordre social » (Kohn, 1963), l'idée n'est pas ou peu évoquée dans les études sur les troubles autistiques. Notre étude montre que le niveau d'éducation des parents - au moins - semble important pour le développement précoce du langage des enfants avec troubles autistiques. Cependant, les processus impliqués dans cette stimulation des parents de haut niveau d'éducation demeurent inconnus : stimulation de l'attention, environnement enrichi, réseau social plus important, autre ? A l'heure actuelle, la question reste ouverte.

Notre étude démontre l'impact du niveau d'éducation sur le langage des enfants souffrant de troubles autistiques, comme il est couramment observé chez les enfants au développement typique. Ceci pourrait ouvrir de nouveaux modes de pensée et de recherche. D'une part, les scientifiques cherchent à comprendre les processus mis en jeu (e.g. attention sociale, expérience perceptive, la plasticité du cerveau) tout en rétablissant l'équilibre génétique / environnement qui fait défaut dans les recherches sur les troubles autistiques. D'autre part, cette étude soutient tout le courant de prise en charge dès le plus jeune âge initié par les cliniciens, les thérapeutes et les parents - en France et à l'étranger. Les stimulations précoces peuvent en effet améliorer des comportements précis même si elles ne peuvent pas aller à l'encontre de toutes les déficiences biologiques. Enfin, connaître le niveau d'éducation des parents - et plus largement l'ensemble du réseau social des enfants avec troubles autistiques - permettrait une meilleure prise en charge. De nouveaux espoirs thérapeutiques pourraient donc naître de cette nouvelle approche des troubles autistiques.

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les familles pour leur participation ainsi que la Fondation Sommer pour leur soutien financier.

Références Bibliographiques

- APA. (1994). *American Psychiatric Association Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. Washington.
- Bailey, A., Phillips, W., & Rutter, M. (1996). Autism: towards an integration of clinical, genetic, neuropsychological, and neurobiological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 89-126.

10^{ème} Université d'automne - Communications affichées

- Belin, P., Zatorre, R. J., Lafaille, P., Abad, P., & Pike, B. (2000). Voice-selective areas in human auditory cortex. *Nature*, 403, 309-312.
- Cousillas, H., George, L., Henry, L., Richard, J., & Hausberger, M. (2008). Linking social and vocal brains: could social segregation prevent a proper development of a central auditory area in a female songbird? *PLoS ONE*, 3(5), e2194.
- Cousillas, H., George, L., Mathelier, M., Richard, J. P., Henry, L., & Hausberger, M. (2006). Social experience influences the development of a central auditory area. [Article]. *Naturwissenschaften*, 93(12), 588-596. doi: 10.1007/s00114-006-0148-4
- Cousillas, H., Richard, J. P., Mathelier, M., Henry, L., George, L., & Hausberger, M. (2004). Experience-dependent neuronal specialization and functional organization in the central auditory area of a songbird. [Article]. *European Journal of Neuroscience*, 19(12), 3343-3352. doi: 10.1111/j.1460-9568.2004.03376.x
- De Giacomo, A., & Fombonne, E. (1998). Parental recognition of developmental abnormalities in autism. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 7(3), 131-136.
- Ensminger, M. E., & Fothergill, K. (2003). A decade of measuring SES: what it tells us and where to go from here? In V. A. Bornstein & R. H. Bradley (Eds.), *Socioeconomic status, parenting, and child development*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fombonne, E. (2003). Epidemiological surveys of autism and other pervasive developmental disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 33, 365-382.
- Franzek, E., & Stöber, G. (1995). Maternal infectious diseases during pregnancy and obstetric complications in the etiology of distinct subtypes of schizophrenia: further evidence from maternal hospital records. *European Psychiatry*, 10(7), 326-330.
- Gervais, H., Belin, P., Boddaert, N., Leboyer, M., Coez, A., Sfaello, I., et al. (2004). Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature Neuroscience*, 7(8), 801-802. doi: 10.1038/nl291
- Goldstein, M. H., King, A. P., & West, M. J. (2003). Social interaction shapes babbling: Testing parallels between birdsong and speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(13), 8030-8035. doi: 10.1073/pnas.1332441100
- Gosling, S. D. (2001). From mice to men: what can we learn about personality from animal 10 research? *Psychological Bulletin*, 127, 45-86.
- Grandgeorge, M., Hausberger, M., Tordjman, S., Deleau, M., Lazartigues, A., & Lemonnier, E. (2009). Environmental Factors Influence Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. *PLoS ONE*, 4(4), e4683. doi: 10.1371/journal.pone.0004683
- Hart, B., & Risley, T. (1995). *Meaningful differences in the everyday experience of young American children*. Baltimore: Brookes.
- Hausberger, M., Bruderer, U., Le Scolan, N., & Pierre, J. S. (2004). Interplay between environmental and genetic factors in temperament/personality traits in horses (*Equus caballus*). [Article]. *Journal of Comparative Psychology*, 118(4), 434-446. doi: 10.1037/0735-7036.118.4.434
- Hoff, E. (2006). How social contexts support and shape language development. *Developmental Review*, 26, 55-88.
- Hoff, E., Laursen, B., & Tardif, T. (2002). Socioeconomic status and parenting. In B. MH (Ed.), *Handbook of parenting 2nd ed*: Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Association.
- Hoff, E., & Naigles, L. (2002). How children use input in acquiring a lexicon. *Child Development*, 73, 418-433.
- Hoff-Ginsberg, E. (2000). Soziale Umwelt und Sprachlernen. In H. Grimm (Ed.), *Sprachentwicklung* (pp. pp. 463-494). Bern: Hogrefe.
- Kanner, L. (1949). Problems of nosology and psychodynamics of early infantile autism. *American Journal of Orthopsychiatry*, 19, 416-426.
- Kohn, M. L. (1963). Social class and parent-child relationships: An interpretation. *American Journal of Sociology*, 68, 471-480.
- Kuhl, P. K. (2003). Human speech and birdsong: Communication and the social brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(17), 9645-9646. doi: 10.1073/pnas.1733998100
- Locke, J. L., & Snow, C. (1997). Social influences on vocal learning in human and non human primates. In C. T. Snowdon & M. Hausberger (Eds.), *Social influences on vocal development* (pp. pp 274-292). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism Diagnostic Interview-Revised: a revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 24(5), 659-685.
- Muhle, R., Trentacoste, S. V., & Rapin, I. (2004). The genetics of autism. *Pediatrics*, 113, 472-486.
- Pancsofar, N., & Vernon-Feagans, L. (2006). Mother and father language input to young children: Contributions to later language development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 27(6), 571-587. doi: 10.1016/j.appdev.2006.08.003
- Pinker, S. (2002). *The blank slate: the modern denial of human nature*. New York: Viking.
- Plomin, R. (2001). The genetics of G in human and mouse. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 136-141.
- Rimland, B. (1964). *Infantile autism: the syndrome and its implications for a neural theory of behavior*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Robert, J. S. (2000). Schizophrenia epigenesis? *Theoretical medicine*, 21(2), 191-215.
- Stevens, C., Fanning, J., Cocha, D., Sanders, L., & Neville, H. (2008). Neural mechanisms of selective auditory attention are enhanced by computerized training: Electrophysiological evidence from language-impaired and typically developing children. *Brain Research*, 1250, 55-69.
- Swensen, L. D., Kelley, E., Fein, D., & Naigles, L. R. (2007). Processes of language acquisition in children with autism: evidence from preferential looking. *Child development*, 78, 542-557.
- Tager-Flusberg, H. (2000). Differences between neurodevelopmental disorders and acquired lesions. *Developmental Science*, 3, 33-34.
- Tienari, P., Wahlberg, K. E., & Wynne, L. C. (2006). Finnish adoption study of schizophrenia: Implications for family interventions. *Families, Systems, & Health*, 24(4), 442-451.
- Tienari, P., Wynne, L. C., Sorri, A., Lahti, I., Läksy, K., Moring, J., et al. (2004). Genotype-environment interaction in schizophrenia-spectrum disorder Long-term follow-up study of Finnish adoptees. *The British Journal of Psychiatry*, 184, 216-222.
- WHO. (1994). *The composite international diagnostic interview, Version 1.1. (Researcher's manual ed.)*. Geneva.

Annexe 4 : Compte-rendu parus dans le bulletin scientifique de l'ARAPI n°24 (2009)

Zoom sur l'oreille absolue : **La neuropsychologie de la discrimination auditive supérieure dans l'autisme**

Conférence de Pamela Heaton¹, résumée par Marine Grandgeorge

Avoir l'oreille absolue et une meilleure discrimination auditive est souvent observé chez les savants et chez des adultes et enfants autistes n'ayant pas de connaissance particulière en musique (ex. Heaton et al., 1998 ; Bonnel et al., 2003). Dans les populations typiques, ceci est associé à une formation musicale commencée précocement. Quelques études ont montré que de jeunes enfants diffèrent des adultes dans l'utilisation des signaux de l'oreille absolue (OA) dans les tâches d'apprentissage. Ceci suggère qu'il existe des changements dans la perception durant le développement. L'OA n'étant pas importante pour le langage, les jeunes enfants s'éloigneraient de ce traitement spécifique qu'est l'OA.

L'OA est fréquemment observée dans les troubles du spectre autistique (TSA). De nombreux enfants avec TSA ont des problèmes langagiers dès la première année de vie (Klin, 1991). Ceci va avoir un impact sur le développement des mécanismes précoces de traitement de la parole (Kuhl et al., 2005). Il apparaît que certains enfants avec TSA montrent un intérêt précoce important pour la musique (Kanner, 1943). En effet, Kanner (1943) a mis en avant des compétences musicales inhabituelles chez 6 enfants avec TSA (parmi 11 cas). Le cas 2 chantait 20 à 30 chansons différentes à l'âge de 2 ans ½. Le cas 9 pouvait discriminer 18 symphonies et reconnaissait le compositeur dès le début du premier mouvement dès l'âge de 1 an ½. Le cas 10 entendait son père siffler et immédiatement, il l'identifiait comme un concerto de violon de Mendelssohn.

1. Le cas d'A.C. : adulte autiste possédant l'oreille absolue

Heaton et al. (2008) se sont intéressés à un adulte autiste (nommé A.C.) doué de l'oreille absolue, âgé de 35 ans au moment de l'étude, qui a été diagnostiqué autiste typique dans sa petite enfance. Son développement langagier précoce fut typique pour l'autisme : il a commencé à produire des mots simples et des phrases en écho à partir de l'âge de 3 ans. Il a produit sa première phrase avec un sens aux alentours de 6 ans.

A.C. est francophone, mais a passé de longues périodes dans des pays anglophones dès l'âge de 2 ans ½. A.C. parle français (sa langue natale), anglais, italien, espagnol et néerlandais (il étudie le danois, le japonais, l'allemand et le chinois). Généralement, avoir un langage appauvri est une des caractéristiques de l'autisme bien que des compétences de polyglotte ont été observées chez un autre individu autiste (Smith et Tsimpli, 1995). A.C. est donc un individu atypique de ce point de vue.

Le père d'A.C. (qui n'a pas l'OA) est un pianiste amateur ; A.C. a donc été exposé à la musique dès son plus jeune âge. Dès 3 ans, son OA s'est révélée : il se rappelait déjà toutes les touches des musiques qu'il entendait. A.C. a une mémoire auditive extrêmement fine car elle semble influencer la perception de nombreux aspects de son monde sonore. Par exemple il est difficile pour lui de prendre le métro à Paris, la fréquence du signal d'ouverture de la porte étant différente de celle utilisée sur le métro de Londres. Le père d'A.C. rapporte qu'une fois que

¹ Department of Psychology, Goldsmiths, University of London, UK; p.heaton@gold.ac.uk

Journée régionale : échos d'IRIA

Entendre les voix : la neuroscience cognitive de la perception de la voix humaine

La voix humaine est la catégorie sonore la plus importante de notre environnement auditif. La voix transmet la parole, mais c'est aussi un « visage auditif » riche en informations sur l'affectivité et l'identité de la personne qui parle. L'organisation du traitement de ces différents types d'informations vocales par le cortex auditif humain a été peu explorée. Dans une série d'études d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), nous avons examiné le traitement cortical des sons de la voix humaine. Les résultats suggèrent que :

- La perception des sons de la voix implique les « aires temporales de la voix » (ATV), des aires du cortex auditif situées pour la plupart bilatéralement dans le sillon temporal supérieur (STS), activées bien plus par les sons de la voix humaine que par les autres sons.
- Des aires sensibles à la voix, situées dans le STS antérieur droit, sont plus particulièrement impliquées dans la perception des aspects paralinguistiques de la voix, notamment dans l'identification de l'interlocuteur.

Cette sensibilité à la voix semble très liée à l'espèce, les sons des bruits des animaux provoquent une activation bien plus restreinte du STS.

Jusqu'à ce jour, les seuls sujets chez qui l'activation des ATV n'était pas présente étaient deux personnes atteintes d'autisme.

Ces résultats suggèrent que les informations vocales de types différents seraient traitées par des voies fonctionnelles partiellement dissociées. Le modèle neurocognitif de la perception de la voix serait similaire à ceux proposés pour la perception du visage.

Pascal Belin, Voice Neurocognition Laboratory, Centre for Cognitive Neuroimaging and Department of Psychology, Univ. of Glasgow, Glasgow, UK, p.belin@psy.gla.ac.uk

Charest, I., Pernet, C.R., Rousselet, G.A., Quinones, I., Latinus, M., Fillion-Bilodeau, S., Chartrand, J.P., Belin, P. (2009). Electrophysiological evidence for an early processing of human voices. *BMC Neuroscience*, Oct 20;10:127.

Gervais, H., Belin, P., Boddaert, N., Leboyer, M., Coez, A., Sfaello, I., Barthélémy, C., Bruncle, F., Samson, Y., Zilbovicius, M. (2004). Abnormal cortical voice processing in autism. *Nature Neuroscience*, 2004 Aug;7(8):801-2. Epub 2004 Jul 18.

Rogier, O., Roux, S., Belin, P., Bonnet-Brihault, F., Bruneau, N. (2009). An electrophysiological correlate of voice processing in 4- to 5-year-old children. *International Journal of Psychophysiology*, Nov 5. [Epub ahead of print]

mon fils avait acquis le nom des notes (ex. C, C#, D), toutes les notes ont été immédiatement associées avec leur nom. A partir du moment où il avait acquis le langage, il a commencé à remettre en question ses parents sur leur tendance à produire des mots à différentes hauteurs. Par exemple il demandait : « pourquoi, lorsque vous appelez le dîner est prêt », vous faites un D (ré) et ma mère fait un A (la) ? ».

Dans cette étude de Heaton et al. (2008), les compétences d'A.C. à nommer la tonalité des notes ont été comparées à celle d'un groupe de 9 adultes typiques avec l'OA (tableau 1). Pour cela, les stimuli utilisés étaient de 100

tonalités complexes (piano) et 52 sine tones (couvrant quatre octaves C2-C6), ainsi que des mots prononcés dans différentes versions par des personnes bilingues anglais/français. Le software Melodyn cre8 (Neubäcker et Gehle 2003), a été utilisé pour analyser et identifier les fréquences fondamentales des sons enregistrés (20 mots en français, 20 mots en anglais).

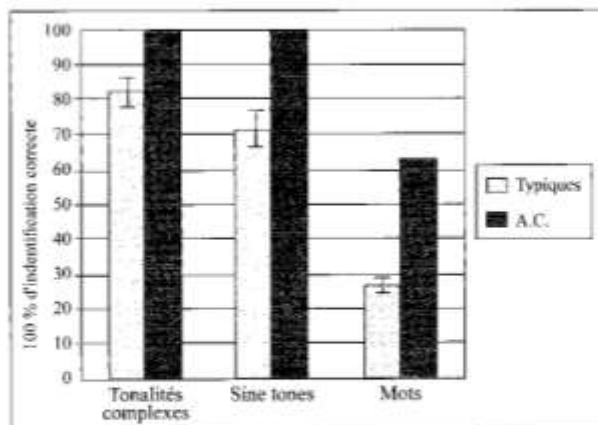
Sur toutes les tâches proposées, les scores de reconnaissance d'A.C. étaient significativement supérieurs aux autres adultes (figure 1, page suivante). Ces résultats suggèrent que l'accès explicite aux informations de perception de la parole est d'un niveau sensiblement plus élevé

Age	Leçons de musique depuis l'âge de (ans)	Statut de musicien actuel	Langue maternelle	Seconde langue (âge de début)	Scores (réponses correctes en %)
25	5	Doctorant en musicologie	Mandarin	Anglais (13 ans)	95
32	5	Chanteur amateur	Anglais	Français (12 ans)	63
60	10	Pianiste et chanteur amateur	Anglais	Français (11 ans)	72
58	4	Chanteur professionnel	Anglais	Français (11 ans)	90
23	5	Aucun	Français	Anglais (5 ans)	55
22	9	Diplômé en musique	Anglais	Aucune	79
28	4	Doctorant en musicologie	Japonais	Anglais (23 ans)	88
21	3	Doctorant en musicologie	Japonais	Anglais (14 ans)	78
27	5	Etudiant en musique	Japonais	Anglais (13 ans)	74

Tableau 1 : Caractéristiques des participants typiques et leur score de réussite d'identification des sons (d'après Heaton et al., 2008)

Journée régionale : échos d'IRIA

Figure 1 : Pourcentage d'identification correcte selon les conditions expérimentales (barres d'erreur représentant l'erreur standard moyenne) (d'après Heaton et al., 2008)



dans l'autisme. Les individus avec TSA qui sont nés musicalement ne connaissent pas les noms des tonalités donc ils ne peuvent pas les nommer. Par contre, comme A.C., ils peuvent être hypersensibles aux tonalités dans la parole.

2. La prosodie dans les TSA

La prosodie peut être définie comme ayant une forme (caractéristique de la perception auditive) et une fonction (pragmatique / sens linguistique). Aucune étude ne s'est intéressée à la relation entre les compétences prosodiques de forme et de niveau fonctionnel en lien avec les effets de la longueur ou de la complexité de la stimulation dans l'autisme. Järvinen-Pasley et al. (2008) ont testé 28 enfants avec TSA (71 % utilisant un langage verbal courant) et des enfants typiques (appariés sur l'âge chronologique, les capacités cognitives verbales et non-verbales). La recherche s'est passée en deux phases : la phase d'entraînement et la phase expérimentale. Durant

la phase d'entraînement, les enfants s'exerçaient à associer des phrases courtes à

- (1) des représentations visuelles de pitch contour (i.e. courbe qui suit la perception de la hauteur du son au fil du temps, courbe montante, descendante, en U...; de phrases, et à
- (2) des images liées à un contenu de phrase. Durant la phase expérimentale, les enfants devaient associer une phrase (avec des pitch contour modifiés) à un stimulus visuel de façon naturelle selon eux (figure 2).

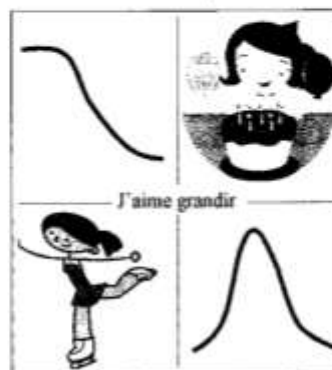


Figure 2 : exemple d'images utilisées lors de la phase d'expérimentation

Les enfants avec TSA n'ont pas montré de biais sémantique dans le traitement de la parole mais ce biais était significativement plus faible que celui observé chez les enfants typiques. De plus, ces enfants avec TSA sont plus sensibles aux composants de perception dans la parole. Bien que les enfants soient appariés selon leur QI verbal, le traitement de la parole est qualitativement différent chez les enfants avec TSA.

Les résultats comportementaux et neurologiques indiquent donc un traitement auditif atypique dans l'autisme. Järvinen-Pasley et Heaton (2008) ont cherché à savoir si le traitement des sons est plus généraliste dans l'autisme que dans le développement typique grâce à 19 enfants autistes de haut niveau (QI > 70) et des enfants typiques comme contrôle (appariés sur l'âge chronologique, les capacités cognitives verbales et non-verbales). Ils avaient une tâche de discrimination de séquence de tonalité à réaliser dans laquelle le jugement « même/différent » devait être fait sur des paires de stimuli (3 conditions : (1) mot/mot, (2) mélodie/mélodie, et (3) mot/mélodie). Une analyse de détection du signal n'a révélé aucune différence de sensibilité à la tonalité quelque soit la condition chez les enfants autistes, alors que, de façon significative, les individus typiques présentaient les plus mauvaises performances dans des conditions intégrant les mots (i.e. mot/mot et mot/mélodie, figure 3). Les résultats sont largement en accord avec les théories de perception dans l'autisme, qui proposent un traitement de faible niveau d'information caractéristique du syndrome. De plus, cette étude soutient l'idée que ces personnes présentent une attention sélective à un nombre limité de signaux simultanés.

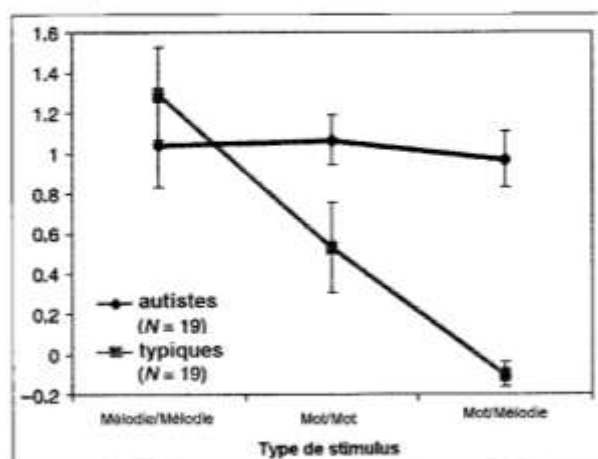


Figure 3 : moyenne des scores pour chaque type de stimulus obtenue par les enfants autistes (en foncé) et les enfants typiques appariés (en clair) (d'après Järvinen-Pasley et Heaton, 2008)

Journée régionale : échos d'IRIA

Des connexions neuronales à l'interaction sociale : l'intégration perceptive dans le cerveau autistique

L'autisme est un trouble neurodéveloppemental, caractérisé par un large spectre de symptômes comprenant des difficultés d'interaction sociale, de communication verbale et non-verbale et des réponses bizarres à l'environnement. Les modèles actuels de l'autisme présupposent en général un déficit du fonctionnement de régions corticales dédiées au traitement de types d'information spécifiques, tel le traitement des informations relatives au visage. Cependant la capacité des sujets avec autisme à intégrer des informations en provenance de diverses aires cérébrales suscite de plus en plus d'intérêt. Cet intérêt est basé sur des observations cliniques et des tests neuropsychologiques qui démontrent que les personnes avec autisme sont préoccupées par des détails et intègrent difficilement les parties à un tout. L'intégration des informations en provenance de différents modules de traitement est cruciale pour obtenir un modèle d'ensemble des informations entrantes. Dans la modalité visuelle, des études chez l'animal ont démontré le rôle essentiel de connexions neuronales horizontales et rétroactives dans l'intégration des stimuli. Sont présentés les

résultats de plusieurs études qui explorent plus particulièrement dans l'autisme le fonctionnement de ces processus récurrents.

En outre, il est peu probable que les anomalies de la capacité d'intégration chez les personnes avec autisme se limitent à la modalité visuelle. Par exemple, il a été observé que les sujets avec autisme réussissent moins bien que les sujets typiques à identifier les émotions. L'intégration entre modalités est importante dans la reconnaissance des émotions puisque l'expression du visage et le ton de la voix perçus simultanément ont chacun un impact sur l'identification de l'autre. En plus des études sur la modalité visuelle, les résultats de travaux sur l'intégration multimodale dans l'autisme seront abordés.

Chantal Kemner, Department of Child and Adolescent Psychiatry, Rudolf Magnus Institute of Neuroscience, Utrecht, Pays Bas, ckemner@umcutrecht.nl

Vandenbroucke, M.W., Scholte, H.S., van Engeland, H., Lamme, V.A., Kemner, C. (2008). A neural substrate for atypical low-level visual processing in autism spectrum disorder. *Brain*, Apr;131(Pt 4):1013-24.

van der Smagt, M.J., van Engeland, H., Kemner, C. (2007). Brief report: can you see what is not there? low-level auditory-visual integration in autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Nov;37(10):2014-9.

Bien que l'hypersensibilité à la tonalité des sons semble être caractéristique de nombreux individus avec TSA, il y a des lacunes quant aux implications de cette hypersensibilité sur l'acquisition du langage et son développement. Heaton et al. (2008) ont étudié 14 individus avec TSA (âgés de 10 ans en moyenne, de faible niveau cognitif) et typiques appariés. La tâche de jugement « même/différent » concernait des paires de stimuli composés de mots, non-mots et des tonalités analogues. Les pitch contour sont - au choix - identiques, un peu, modérément, ou vraiment différents. Les résultats ont révélé de meilleures performances chez les individus avec TSA, bien que, comme les individus typiques, la discrimination de la tonalité dans les stimuli mots est moins bonne que pour les stimuli non-mots.

En conclusion, les individus avec TSA sont donc sensibles aux informations de tonalité dans les domaines du langage et de la musique (domaine privilégié). Cependant, il n'y a pas de claire relation entre cette tendance et les niveaux actuels de langage.

Références

Bonnel, A.C., Mottron, L., Peretz, I., Trudel, M., Gallun, E., Bonnel, A.M. (2003). Enhanced pitch sensitivity in individuals with autism: a signal detection analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 226-235.

Heaton, P., Hermelin, B., Pring, L. (1998). Autism and pitch processing: a precursor for savant musical ability? *Music Perception*, 15, 291-305.

Heaton, P., Davis, R.E., Happé, F.G.E. (2008). Research note: Exceptional absolute pitch perception for spoken words in an able adult with autism. *Neuropsychologia*, 46, 2095-2098.

Heaton P, Hudry K, Ludlow A, Hill E. (2008) Superior discrimination of speech pitch and its relationship to verbal ability in autism spectrum disorders. *Cognitive Neuropsychology*, 25(6):771-82.

Järvinen-Pasley, A., Heaton, P. (2007). Evidence for reduced domain-specificity in auditory processing in autism. *Developmental Science*, 10 (6) 786-793.

Järvinen-Pasley, A., Peppe, S., Gavin King-Smith, G., Heaton, P. (2008). The Relationship between Form and Function Level Receptive Prosodic Abilities in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38, 1328-1340.

Järvinen-Pasley, A., Wallace, G.L., Ramus, F., Happé, F., Heaton, P. (2008). Enhanced perceptual processing of speech in autism. *Developmental Science*, 11, 109-121.

Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2: 217-250.

Klin, A. (1991). Young autistic children's listening preferences in regard to speech: A possible characterization of the symptom of social withdrawal. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 21(1) 29-42.

Kuhl, P.K., Coffey-Corina, S., Padden, D., Dawson, G. (2005). Links between social and linguistic processing of speech in preschool children with autism: Behavioral and electrophysiological measures. *Developmental Science*, 8, 9-20.

Neubücker, P., Gehle, C. (2003). Melodyne Cre8, version 2.0. Munich : Celmony Software GmbH.

Journée régionale : échos d'IRIA

Zoom sur la motricité :

Les compétences motrices des enfants avec TSA

Conférence d'Elisabeth L. Hill^a, résumée par Marine Grandgeorge

De nombreux symptômes moteurs peuvent être mis en évidence dans différents contextes chez les individus aux troubles du spectre autistique (TSA). Ils incluent des étapes motrices retardées, des postures et des démarches anormales (ex. marcher sur la pointe des pieds), un équilibre restreint, des anomalies des réflexes et du tonus musculaire (ex. faible tonus musculaire, hypotonie), mouvements stéréotypés et répétitifs du corps et des doigts (ex. battement des mains), et enfin des altérations de la coordination et de l'imitation motrice (revue de littérature par Mari et al., 2003).

1. Explications

Leary et Hill (1996) ont considéré la relation entre les troubles moteurs et les symptômes de l'autisme. Trois grandes catégories de profils moteurs ont été caractérisées dans les TSA :

- 1) *Perturbation de la fonction motrice* : atteintes au niveau de la posture, tics et mouvements typiquement accompagnés d'autres actions.
- 2) *Altération des mouvements volontaires* : difficultés langagières, planification motrice et mouvements répétitifs spontanés.
- 3) *Activités et comportements d'ensemble* : relation entre les perturbations motrices et les difficultés sociales (ex. absence de câlins).

2. Historique

Historiquement, il existe une distinction entre l'autisme typique et le syndrome d'Asperger d'un point de vue moteur (i.e. types d'altérations différentes). Des études plus

récentes ont montré que cette différenciation est inexacte (ex. Szatmari et al., 1990 ; Ghaziuddin et al., 1994).

Est-ce que ces altérations motrices pourraient être un marqueur potentiel pour un diagnostic précoce des TSA (Teitelbaum et al., 1998) ?

3. Prévalence

La prévalence des altérations motrices estimée dans les TSA est relativement élevée. En effet, de nombreuses études ont estimé que 50 à 87 % des individus avec TSA sont touchés (Manjiviona et Prior, 1995 ; Ghaziuddin et Butler, 1998 ; Miyahara et al., 1997 ; Dewey et al., 2007). Plus récemment, Green et al. (2009) ont évalué des enfants avec TSA grâce au Movement Assessment Battery for Children : M-ABC (Henderson et Sugden, 1992), test standard de dextérité manuelle, des compétences à jouer à la balle et de l'équilibre. Sur les 101 enfants (45 autistes typiques et 56 autres TSA), 79,2 % ont leurs compétences motrices altérées (pour la répartition des scores, voir figure 1), 9,9 % sont borderline et 10,9 % n'ont pas de problème. Un lien est mis en évidence avec le QI : les enfants avec un QI inférieur à 70 sont plus atteints que ceux qui ont un QI supérieur à 70.

4. Compétences cognitives motrices

Hughes (1996) s'est intéressée aux compétences cognitives motrices et particulièrement à la tâche « rotationnel bar ». Cette tâche peut être perçue comme un indicateur de planification motrice. 88 enfants (36 autistes, 24 non-autistes avec des problèmes d'apprentissage et 28 typiques) devaient tenir un bout (choisi par l'expérimentateur) d'une tige de bois – peint d'une moitié en noir et l'autre en blanc – et l'insérer dans un disque noir ou blanc (choisi par l'expérimentateur). La figure 2 présente un exemple de tâche à réaliser.

Les résultats obtenus montrent qu'une activité simple (comme la tâche proposée) s'appuie sur différents processus de contrôle exécutif : anticipation, ajustement d'une action en réponse à un feedback externe et la coordination entre différents éléments vers un but. La performance des enfants typiques indique que le contrôle exécutif se met en place entre l'âge de 2 et 4 ans. Les performances des deux autres groupes indiquent que, malgré le retard de développement observé chez les enfants non-autistes avec des difficultés d'apprentissage, les enfants autistes ont des altérations marquées et indépendantes dans ce domaine.

Mari et al. (2003) ont continué à s'intéresser aux compétences cognitives motrices et notamment à une étape développementale majeure : le « reach-to-grasp » (i.e.

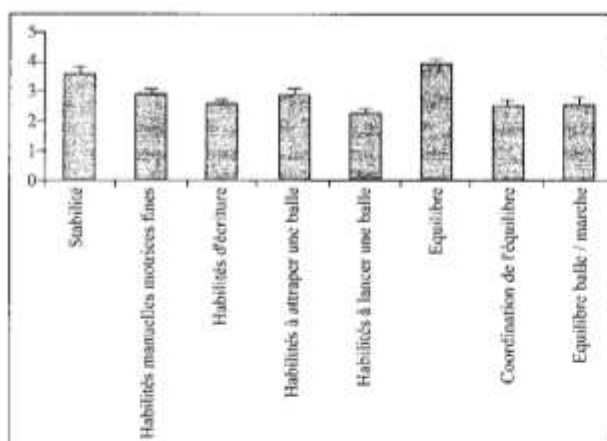


Figure 1 : Scores moyens des altérations motrices selon les items du M-ABC pour tous les enfants avec TSA (n=101), adaptée de Green et al. (2009).

^a Department of Psychology, Goldsmiths, University of London, UK, e.hill@gold.ac.uk

Journée régionale : échos d'IRIA

atteindre un objet et l'attraper avec les doigts). Ils ont comparé des enfants avec TSA (sous-divisés selon leur niveau cognitif : haut/moyen versus faible) et des enfants typiques, par une analyse cinématique du mouvement reach-to-grasp. A la différence des enfants typiques, les enfants avec TSA ont des problèmes dans la planification des mouvements et l'exécution motrice. De plus, ces difficultés sont liées au QI : les enfants de faible niveau ont des mouvements de plus longues durées, des pics de vitesse plus faibles et des temps plus longs pour rouvrir les doigts après avoir attrapé l'objet. Ceci appuie l'hypothèse des difficultés motrices comme part importante du syndrome autistique.

5. Biologie

Biologiquement, est-il possible de mettre en évidence une activation motrice cérébrale chez les individus avec TSA ? Müller et al., (2001) s'y sont intéressés par le biais d'IRMf en comparant 8 individus typiques à 8 individus avec TSA dans une situation où ils visualisent un mouvement des doigts fait par autrui versus celle où ils effectuent le même mouvement. Les patterns d'activation / désactivation sont moins distincts chez les individus avec TSA que chez les typiques. Des patterns individuels ont été mis en évidence. Chez les individus typiques, l'activation des gyrus pré et post-centraux est plus robuste le long du sulcus central. La plupart des individus avec TSA montrent des patterns atypiques d'activation incluant des activations étendues entre les aires pariétale supérieure et préfrontale. Müller et al. (2001) suggèrent que ces observations puissent être liées aux altérations motrices connues dans les TSA.

En résumé, à la question - est-il possible de mettre en évidence une activation motrice cérébrale chez les individus avec TSA ? - la réponse est oui. Des patterns d'activation / désactivation sont moins distincts chez les individus avec TSA versus les individus typiques. Il est observé des différences de patterns d'activation selon les groupes. Enfin, la variation individuelle est plus grande dans les patterns et les sites d'activation chez les individus avec TSA.

Pour poursuivre sur le plan biologique : existe-t-il des liens entre aptitudes motrices et biologiques ? Mostofsky et al. (2007) se sont plus précisément intéressés à la quantité de la matière grise dans le cortex moteur primaire comme indicateur des performances motrices altérées ultérieurement chez les individus avec TSA. Pour cela, ils ont combiné l'IRM anatomique et la PANESS (i.e. un test utilisant les signes subtils pour l'examen physique et neurologique ; Denckla, 1985). Chez les individus avec TSA, l'augmentation de matière grise prédit des aptitudes motrices plus altérées. A l'inverse chez les individus typiques, l'augmentation de matière grise prédit de meilleures aptitudes motrices.

6. Perspective comparative

D'un point de vue comparatif, l'American Psychiatric Association (1994) a mis en évidence des similitudes avec le Trouble de Coordination Développementale (TCD). La dyspraxie peut être un symptôme de ce trou-

Figure 2 : La tâche de la tige de bois. Le participant reçoit la consigne de déplacer la tige pour insérer l'un des bouts dans l'un des disques, toutes les combinaisons sont demandées (4 essais pour chacune : noir-noir, noir-blanc, blanc-noir, blanc-blanc). La main utilisée et le type de saisie sont enregistrés.



ble et ce terme est parfois employé pour le désigner. Dans le diagnostic de TCD, la coordination motrice :

- 1) est considérablement en dessous de celle attendue chez un enfant typique de même âge chronologique et de mêmes capacités cognitives,
- 2) est clairement retardée dans l'acquisition de compétences motrices (ex. marcher, s'asseoir),
- 3) interfère significativement avec la réussite académique ou les activités quotidiennes,
- 4) n'est pas due à des conditions médicales (ex. infirmité motrice d'origine cérébrale).

Par comparaison aux TDC, les individus avec TSA ont des compétences plus altérées (scores M-ABC des TSA : 24.2 et des TCD : 18.7 ; Green et al., 2009). Pratt (2009) compare des individus avec TSA, TCD et typiques (appariés selon l'âge, le sexe et le QI ; n=101 ; âgés entre 6 et 14 ans) dans la tâche « rotational bar » et le test M-ABC. Les scores du test M-ABC sont les plus élevés pour les individus avec TCD (Scores M-ABC : TCD > TSA > typiques). La dextérité manuelle et l'équilibre est aussi la plus altérée chez les individus avec TCD (Scores M-ABC : TCD > TSA > typiques). Par contre, les individus avec TSA et les individus avec TCD ont des aptitudes similairement altérées dans le pointage et dans la tâche « rotational bar ».

En conclusion, des mouvements atypiques sont observés dans tout le spectre de l'autisme notamment dans des aspects basiques moteurs et cognitifs. Les altérations évaluées au niveau comportemental ont des implications cognitives et biologiques. Des similarités (et des différences) existent avec les TCD. Pour finir, de nombreuses questions restent en suspens, à savoir :

- 1) A quel point les altérations motrices sont-elles centrales dans les TSA ?
- 2) Quelle est l'ampleur des difficultés motrices intra- et inter-individuelles chez les individus avec TSA ?
- 3) Est-ce que les mouvements peuvent être des marqueurs précoces des TSA ?
- 4) Quels sont les liens entre les difficultés motrices et sociales, les déficits de communication, et les comportements stéréotypés ?

Journée régionale : échos d'IRIA

- 5) Enfin, quelles sont les implications du cerveau, de la cognition et de l'environnement (et leurs interactions) dans les altérations motrices ?

Références

- American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 4th ed. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Denckla, M.B. (1985). Revised neurological examination for subtle signs. *Psychopharmacology Bulletin*, 21: 773-800.
- Dewey, D., Cantell, M., Crawford, S.G. (2007). Motor and gestural performance in children with autism spectrum disorders, developmental coordination disorder, and / or attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13: 246-56.
- Ghaziuddin, M., Butler, E., Tsai, L., Ghaziuddin, N. (1994). Is clumsiness a marker for Asperger syndrome? *Journal of intellectual disability research*, 38 (5) 519-527.
- Ghaziuddin, M., Butler, E. (1998). Clumsiness in autism and Asperger syndrome: a further report. *Journal of intellectual disability research*, 42: 43-48.
- Green, D., Charman, T., Pickles, A., Chandler, S., Loucas, T., Simonoff, E., et al. (2009). Impairment in movement skills of children with autistic spectrum disorders. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51, 311-316.
- Henderson, S.E., Sugden, D.A. (1992). *Movement Assessment Battery for Children*. Sidcup: Psychological Corporation.
- Hughes, C. (1996). Planning problems in autism at the level of motor control. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 26, 101-109.
- Leary, M.R., Hill, D.A. (1996). Moving on: autism and movement disturbance. *Mental Rehabilitation*, 34: 39-53.
- Manjiviona, J., Prior, M. (1995). Comparison of Asperger syndrome and high-functioning autistic children on a test of motor impairment. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 25: 23-39.
- Mari, M., Castiello, U., Marks, D., Marraffa, C., Prior, M. (2003) The reach-to-grasp movement in children with autism spectrum disorder. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 358: 393-403.
- Müller, R.A., Pierce, K., Ambrose, J.B., Allen, G., Courchesne, E. (2001) Atypical patterns of cerebral motor activation in autism: a functional magnetic resonance study. *Biological Psychiatry*, 49 (8) 665-676.
- Miyahara, M., Tsujii, M., Hori, M., Nakanishi, K., Kageyama, H., Sugiyama, T. (1997). Brief report: motor incoordination in children with Asperger syndrome and learning disabilities. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 27: 595-603.
- Mostofsky, S. H., Burgess, M. P., Gidley-Larson, J. C. (2007). Increased motor cortex white matter volume predicts motor impairment in autism. *Brain*, 130, 2117-2122.
- Pratt, Pratt, M. L. (2009). Profiling patterns of movement disturbance and their relationship to cognition and emotional wellbeing in two developmental disorders. Unpublished PhD, Goldsmiths, University of London, London, UK.
- Szatmari, P., Tuff, L., Finlayson, M.A.J., Bartolucci, G. (1990). Asperger's syndrome and autism: neurocognitive aspects. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 29, 130-136.
- Teitelbaum, P., Teitelbaum, O., Nye, J., Fryman, J., Maurer, R.G. (1998). Movement analysis in infancy may be useful for early diagnosis of autism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 95 (13) 982-987.

Zoom sur génétique et communication : Les bases neurogénétiques des troubles de la parole et du langage

Conférence de Faraneh Vargha-Khadem^{*}, résumée par Marine Grandgeorge

Depuis les années 1990, de nombreuses études ont été réalisées sur trois générations de la famille KE (figure 1). La moitié de ses membres souffrent de sérieuses difficultés de communication en association avec une mutation sur le gène FOXP2 (Lai et al., 2001) entraînant principalement une forme sévère de dyspraxie verbale développementale. Contrairement aux premières conclusions indiquant un trouble grammatical sélectif, (Gopnik, 1990), de nombreuses études ont à présent démontré que le trouble de la parole chez les membres affectés de la famille KE interfère avec tous les aspects du langage (Vargha-Khadem et Passingham, 1990). Comme la transmission du déficit semblait monogénique et autosomique dominante, le premier gène implique dans l'acquisition de la parole pouvait donc être identifié.

1. Approche neuropsychologique

La famille KE présente des déficits principaux impliquant l'articulation séquentielle et la praxie orofaciale. La praxie orale a été testée pour évaluer si le déficit incluait aussi les mouvements non verbaux. Les membres affectés de la famille KE ont des difficultés à accomplir les mouvements oraux, en particulier les combinaisons de mouvements (Alcock et al., 2000). Ils ressemblent aux difficultés de praxie orale que présentent les patients dont la dysphasie a été acquise suite à un accident vasculaire cérébral. Les problèmes de la parole et du langage de la famille KE semblent provenir d'un trouble de niveau inférieur (Alcock et al., 2000).

Watkins et al. (2002) ont poursuivi l'étude sur la famille KE en expérimentant les manifestations cognitives par

^{*} UCL Institute of Child Health, University College London, and Great Ormond Street Hospital for Children, London, UK; f.khadem@ich.ucl.ac.uk

Journée régionale : échos d'IRIA

des tests linguistiques et non linguistiques. En comparant trois groupes, les membres affectés, non-affectés et des sujets aphasiques (suite à un accident vasculaire cérébral), ils ont souhaité identifier le déficit principal. D'une part, ils ont démontré que le test qui permet de discriminer les membres affectés des non-affectés de la façon la plus fiable est un test de répétition de non-mots avec des patterns complexes d'articulation (figure 2). D'autre part, les membres affectés et les sujets aphasiques ont montré des profils similaires d'altérations sur l'ensemble des tests de langage. Watkins et al. (2002) supposent donc que les membres affectés ont des déficits verbaux et non-verbaux provenant d'anomalies cérébrales comparables. La composante motrice de la parole peut être évaluée, entre autres, avec la tâche dite « DDK » (Diadochokinetic rate). Cette tâche permet de mesurer le taux, la précision et la régularité dans la répétition rapide de syllabes, comme par exemple « pa-ta-ka, pa-ta-ka » etc. Dans la famille KE, la précision et la régularité de la production verbale sont considérablement déficientes chez les membres affectés par comparaison aux membres non-affectés (Thèse de Doctorat : Belton 2004).

En résumé, d'un point de vue neuropsychologique, des déficits principaux et associés ont pu être mis en évidence. D'une part, les déficits principaux sont une dyspraxie verbale et orofaciale - particulièrement la précision et de la régularité de la parole - ainsi qu'au niveau des séquences orofaciales. D'autre part, les déficits associés mis en évidence touchent le langage expressif et réceptif, le QI nonverbal, et les tâches manuelles séquentielles qui requièrent une planification motrice complexe.

2. Approche par neuro-imagerie

Après la neuropsychologie, l'équipe de Vargha-Khadem s'est intéressée à la neuro-imagerie (IRM fonctionnel et anatomique) afin d'étudier le phénotype neural de la famille KE. L'hypothèse de départ était que la pathologie cérébrale des membres affectés puisse impliquer d'une part (1) les deux hémisphères (les anomalies de développement unilatérales du cerveau ne conduisant pas à la dysphasie) - et d'autre part (2) un ou plusieurs composants du système moteur (l'un des déficits centraux étant la dyspraxie orofaciale).

Belton et al. (2003) se sont intéressés à la densité de matière grise dans l'ensemble du cerveau grâce à l'analyse des IRM basée sur la morphométrie voxel par voxel (« voxel-based morphometry », VBM, figure 3). En comparant des sujets sains, des membres affectés et non-affectés, il a été mis en évidence que la densité de matière grise est réduite de façon bilatérale (hémisphères droit et gauche) chez les membres affectés au niveau du noyau caudé, du cervelet et du gyrus frontal inférieur. De plus, la densité de matière grise est supérieure à celle des autres groupes dans le planum temporale. Ces résultats confirment que la mutation sur le gène FOXP2 est associée à des anomalies bilatérales de la matière grise dans les régions cérébrales motrices et langagières.

D'autres anomalies du langage en lien avec la mutation du gène FOXP2 ont pu être mises en évidence grâce à

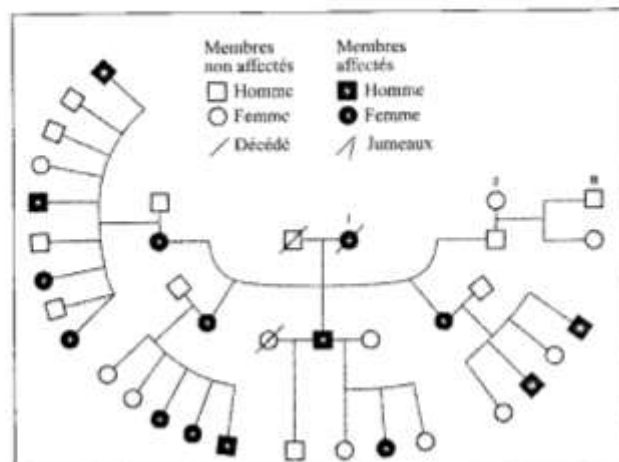


Figure 1 : Généalogie de la famille KE. I, II et III représentent les générations (traduction d'après Vargha-Khadem et al., 2005).

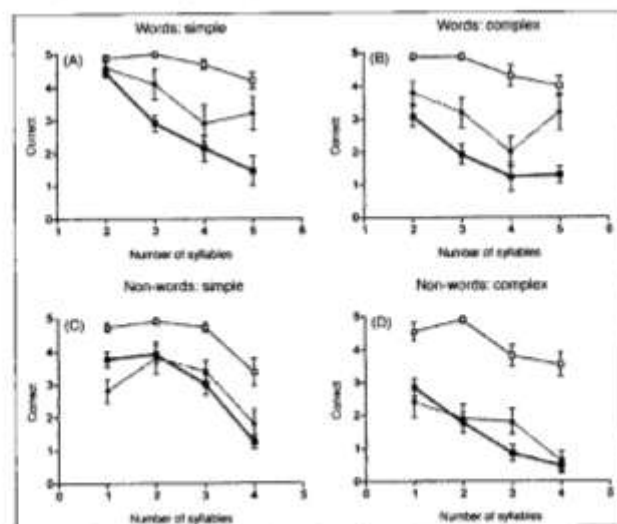


Figure 2 : Test de répétition de mots (A et B) et non-mots (C et D) pour les items avec des patterns d'articulation simple (A et C) et complexe (B et D). Ligne fine et carrés pleins : groupe affecté ; ligne fine et carrés vides : groupe non affecté ; ligne en gras : groupe aphasique (d'après Watkins et al., 2002).

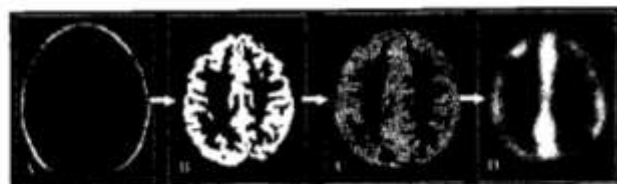


Figure 3 : Transformation réalisée lors de l'IRM morphométrique à voxels (A : image originale à D : image lissée)

deux tâches en IRM fonctionnel (Liégeois et al., 2003). Les membres affectés et non-affectés n'ont pas les mêmes zones d'activation de l'aire de Broca lors des tâches proposées. De plus, l'activation est moins forte chez les membres affectés, particulièrement au niveau du gyrus frontal inférieur (aire de Broca) et du putamen. Ces résultats corroborent l'hypothèse selon laquelle le gène

Journée régionale : échos d'IRIA

Zoom sur la reconnaissance des visages : What is wrong with faces ?

Conférence de Nouchine Hadjikhani¹⁰, résumée par Marine Grandgeorge

L'imagerie est couramment utilisée dans les recherches sur les troubles du spectre autistique (TSA). Cependant, lors de l'acquisition de données, il faut être attentif à plusieurs points. Tout d'abord, les TSA sont des troubles neuro-développementaux évoluant dans le temps (ex. compensation des troubles, apparition d'un handicap secondaire) et appartenant à un spectre (i.e. il faut veiller à bien définir quelle partie du spectre est étudiée). Enfin, les stratégies de traitement de l'information chez les individus avec TSA sont multiples ; il faut donc s'assurer que les groupes de participants effectuent la tâche de la même manière.

La communication et les interactions sociales sont altérées chez les individus avec TSA. Klin et al. (2002) ont montré qu'ils ont tendance à éviter les yeux dans les situations sociales. Or, la zone des yeux est importante pour reconnaître les personnes (i.e. pour rendre une photo anonyme, on floute ou cache les yeux).

Ainsi l'attention réduite vers les yeux d'autrui associée aux difficultés dans la reconnaissance des expressions faciales des émotions et à un traitement atypique des informations du visage (feature based strategy) conduit les individus avec TSA à une perception des visages différente des individus typiques.

Quelques études d'imagerie s'intéressant à la perception du visage n'ont pas mis en évidence l'activation du gyrus fusiforme en réponse aux visages chez les individus avec TSA¹¹.

Cependant, les individus avec TSA ne montrent pas de déficits comportementaux dramatiques (ex. des altérations dans le gyrus fusiforme peuvent entraîner une prosopagnosie¹²). Les TSA sont plus complexes et les altérations observées dans le traitement des visages peuvent être multiples (i.e. attentionnel, affectif, sensoriel, cognitif). En effet, le traitement des visages implique diverses zones (Figure 1). Elles peuvent être plus ou moins altérées selon la sévérité du TSA.

Le gyrus fusiforme est l'une des aires du cerveau impliquée dans l'identification du visage. Hadjikhani et al. (2004) ont mis en évidence son activation lorsque des individus avec TSA regardent des visages. Pour cela, il a été mis en place un protocole couplant l'imagerie fonctionnelle et l'utilisation de photos de visages, d'objets et leurs

versions brouillées de Fourier (Figure 2). Trois expériences testent les visages versus leurs versions brouillées, les objets versus leurs versions brouillées, et les visages versus les objets. Chaque photographie est marquée d'une croix rouge en son centre et est contenue dans un cercle (sert au contrôle des différences rétinotopiques ; Figure 2). La tâche proposée aux participants est de fixer cette croix rouge (i.e. le stimulus visuel) durant le temps de présentation de chaque photographie (1800 msec suivie par un intervalle blanc de 200 msec). Pour les visages, la croix se trouve toujours dans la région des yeux. Au total, les participants auront vu 64 visages et 64 objets, ainsi

Figure 1 : Réseau schématique des aires de traitement du visage

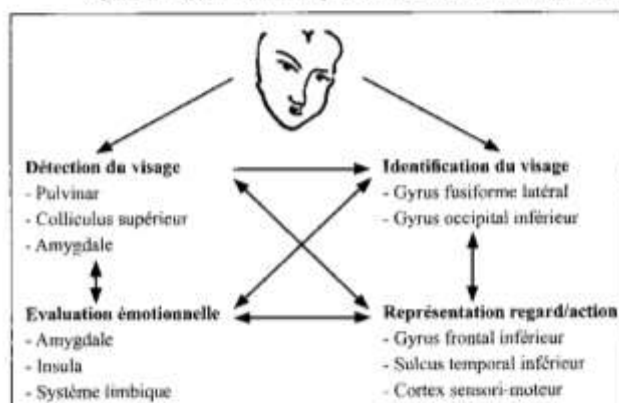
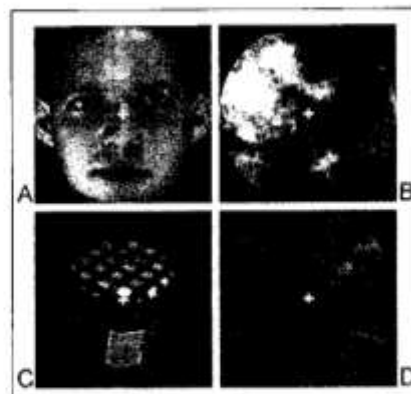


Figure 2 : exemple de stimuli utilisés. A : visage, B : même visage que A dans la version brouillée de Fourier, C : objet, et D : même objet que C dans la version brouillée de Fourier. La tâche des participants est de fixer la croix présentée en permanence au centre de l'image. (d'après Hadjikhani et al., 2004).



¹⁰Department of Radiology, Harvard Medical School/MGH/MIT, Charlestown, MA, USA, Brain Mind Institute, EPFL, Lausanne, nouchine@nmr.mgh.harvard.edu

¹¹L'imagerie cérébrale fonctionnelle (e.g. IRMf, MEG) au cours de tâches cognitives montre que l'activité cérébrale liée à la présentation de visages est augmentée dans des réseaux situés dans le gyrus fusiforme ; d'autres régions sont activées par d'autres sortes d'objets.

¹²Forme isolée d'agnosie visuelle caractérisée par l'impossibilité de reconnaître des personnes connues par le seul biais de la perception visuelle de leurs visages.

Journée régionale : échos d'IRIA

Le mécanisme des neurones miroirs : un mécanisme pour comprendre l'autre

L'être humain est une espèce subtilement sociale. Notre survie dépend de notre capacité de prospérer dans les situations sociales complexes. La première partie de cette conférence présente des données qui plaident en faveur d'un mécanisme neural spécifique de notre système nerveux central (le mécanisme miroir) qui nous permet de comprendre les actions, les intentions et les émotions d'autrui. Le mécanisme miroir produit, dans notre cerveau, des représentations motrices qui reflètent les actions et les émotions observées chez les autres. Puisque nous connaissons les résultats de nos propres représentations motrices, nous accédons, par le mécanisme miroir, à une connaissance directe de ce que les autres font et ressentent. Dans

la deuxième partie l'éclairage apporté par ces études à la compréhension de certains aspects des troubles du spectre autistique est discuté.

Giacomo Rizzolatti, Department of Neurosciences,
University of Parma, Parma, Italy;
giacomo.rizzolatti@unipr.it

Boria, S., Fabbri-Destro, M., Cattaneo, L., Sparaci, L., Sinigaglia, C., Santelli, E., Cossu, G., Rizzolatti, G. (2009). Intention understanding in autism. *PLoS One*. 4:e5596. Epub 2009 May 18.

Cattaneo L, Fabbri-Destro M, Boria S, Pieraccini C, Monti A, Cossu G., Rizzolatti G. (2007). Impairment of actions chains in autism and its possible role in intention understanding. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 104, 17825-30.

Rizzolatti, G., Fabbri-Destro, M., Cattaneo, L. (2009). Mirror neurons and their clinical relevance. *Nature clinical practice. Neurology*. 5, 24-34.



Figure 3 : exemples de visages non sociaux
(d'après Hadjikhani et al., 2009)

que leurs versions brouillées durant le passage dans le système d'imagerie cérébrale fonctionnelle. L'activation du gyrus fusiforme est observée chez tous les participants avec TSA (sauf un) et est bilatérale.

D'autres expériences ont été réalisées avec des individus avec TSA (ex. absence de la tâche « fixer la croix rouge ») et typiques. Les résultats montrent des divergences pouvant être expliquées de deux façons. D'une part, les participants avec TSA devaient fixer la croix afin de les forcer à regarder les visages. L'intensité mise dans cette fixation est différente d'un individu à l'autre. D'autre part, les différences observées avec les participants avec TSA « sans tâche » pourraient révéler que ces sujets ont des stratégies d'évitement du regard de certaines parties du visage ou de forme.

Dalton et al. (2005) ont exploré l'hypothèse d'association entre la diminution de fixation du regard et les altérations du circuit neural. Ils ont utilisé la méthode d'eye tracking couplée à celle de l'imagerie fonctionnelle dans une tâche de discrimination des visages. L'activation du gyrus fusiforme et de l'amygdale des individus avec TSA est corrélée avec le temps passé à fixer les yeux. Ceci suggère que la diminution du temps à fixer son regard sur un visage contribue à l'hypoactivité fusiforme observée typiquement dans les TSA. Des résultats similaires avec l'amygdale suggèrent quant à eux un lien entre la réponse émotionnelle et la fixation du regard dans les TSA.

Désormais, d'autres hypothèses sont à tester chez les individus avec TSA : à savoir : (1) les visages sont-ils des stimuli spéciaux, (2) l'évitement provient-il d'un « trop » d'activation cérébrale, (3) les connexions sont-elles anormales dans le réseau de traitement des visages, (4) le système de détection sub-cortical des visages est-il anormal et (5) l'activation est-elle identique dans le cas de visages non sociaux ?

Cette dernière question des visages non sociaux ou objets « avec visage » a été testée chez des sujets neurotypiques à l'aide de photographies (Figure 3). Grâce à la MEG, il a été mis en évidence que les objets « avec visage » impliquent une activation plus précoce du cortex fusiforme (165 msec) dans la zone du cerveau activée par les visages sociaux. Ceci n'est pas observé pour des objets « sans visage ». Cela suggère que la perception des visages provoquée par les objets « avec visage » est un processus relativement précoce et non un phénomène cognitif tardif de réinterprétation. Des tests utilisant les mêmes stimuli sont en cours chez les TSA.

Dans la plupart des cas, les déficits de perception des émotions observés chez des individus avec TSA sont étudiés à partir d'expressions faciales. Cependant, Darwin (1955) a montré que les mouvements corporels peuvent être importants dans la perception des émotions. Ainsi, les déficits des individus avec TSA sont-ils spécifiques aux visages ou étendus à l'ensemble du corps ? Hadjikhani et De Gelder (2003) ont mis en évidence que les expres-

Journée régionale : échos d'IRIA

sions corporelles de la peur activent le cortex fusiforme et l'amygdale chez les neurotypiques (Figure 4). Le fait que ces deux aires cérébrales aient été auparavant associées au traitement des visages et des expressions faciales suggèrent des synergies entre les expressions émotionnelles faciales et les expressions émotionnelles corporelles. Hadjikhani et al. (2009) ont démontré que l'observation de l'expression corporelle de peur ne module pas les zones décrites figure 5 chez les TSA. Ainsi, les difficultés dans la perception des émotions chez les individus avec TSA ne semblent pas réduites au visage mais ont trait à l'expression corporelle des émotions. Ces données ouvrent des recherches vers le rôle des expressions corporelles des émotions dans les TSA mais aussi vers la relation entre les processus de la reconnaissance des émotions sur le visage et sur le corps.

En conclusion, les individus avec TSA ont des difficultés dans la reconnaissance des visages et des émotions. Des données préliminaires (non présentées) semblent indiquer que les visages suscitent une activation précoce et forte chez certains individus avec TSA, indiquant probablement une anomalie dans la voie sous-corticale. L'évitement du visage pourrait affecter le système des neurones miroir. Les difficultés de perception ne sont pas restrictives aux visages : elles ont trait à l'expression corporelle des émotions. Finalement, des études prospectives sont nécessaires pour tester ces hypothèses.

Références

- Dalton, K.M., Nacewicz, B.M., Johnstone, T., Schaefer, H.S., Gernsbacher, M.A., Goldsmith, H.H., Alexander, A.L., Davidson, R.J. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience*, 8 (4): 519-526.
- Darwin, C. (1955). *The expression of the emotions in man and animals*. New York: Philosophical Library. (Original work published 1872).
- Hadjikhani, N., de Gelder, B. (2003). Seeing fearful body expressions activates the fusiform cortex and amygdala. *Current Biology*, 13 (24): 2201-2205.
- Hadjikhani, N., Joseph, R.M., Snyder, J., Chabris, C.F., Clark, J., Steele, S., McGrath, L., Vangel, M., Aharon, I., Feczko, E., Harris, G.J., Tager-Flusberg, H. (2004). Activation of the fusiform gyrus when individuals with autism spectrum disorder view faces. *Neuroimage*, 22 (3): 1141-1150.
- Hadjikhani, N., Kveraga, K., Naik, P., Ahlfors, S.P. (2009). Early (M170) activation of face-specific cortex by face-like objects. *Neuroreport*, 20 (4): 403-407.
- Hadjikhani, N., Joseph, R.M., Maoach, D.S., Naik, P., Snyder, J., Dominick, K., Hoge, R., Van den Stock, J., Tager-Flusberg, H., de Gelder, B. (2009). Body expressions of emotion do not trigger fear contagion in autism. *Social cognitive and affective neuroscience*, Mar;4(1):70-8.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Archives of general psychiatry*, 59: 809-816.
- Palermo, R., Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, 45 (1): 75-92.

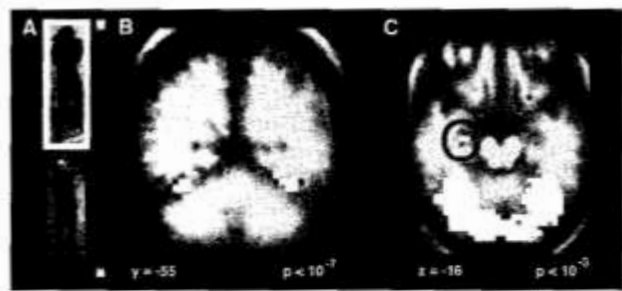


Figure 4 : Activation du cortex fusiforme et de l'amygdale en réponse à l'expression corporelle de la peur. (A) Exemples de stimuli utilisés (en haut, expression corporelle de la peur ; en bas, expression corporelle neutre - verser du liquide dans un verre). Le cadre blanc correspond au codage de la carte de l'activation cérébrale. (B) et (C) Activation associée avec les expressions corporelles de la peur en comparaison aux expressions corporelles neutres (moyenne entre 7 sujets). L'activation (en blanc) peut être observée pour les expressions corporelles de la peur dans le FFA (B) et dans l'amygdale droite (C). Aucune activation n'est observée pour les expressions corporelles neutres (d'après Hadjikhani et De Gelder, 2003).

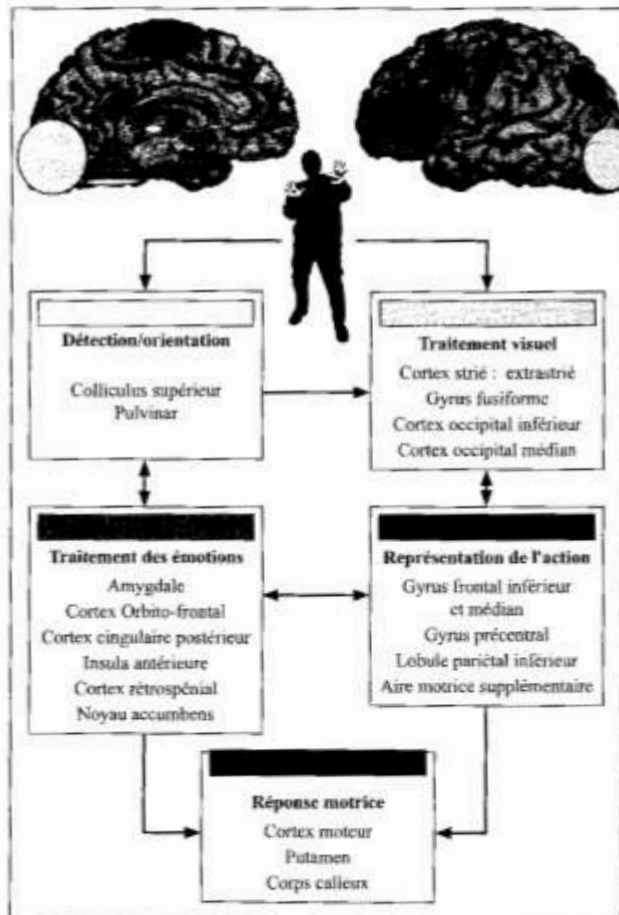


Figure 5 : Représentation schématique des aires actives dans le traitement de l'expression corporelle de la peur. Cinq groupes fonctionnels présumés sont activés : aires des stimuli de détection et d'orientation, de traitement visuel, de traitement émotionnel, de la représentation des actions, et des réponses motrices. Les flèches indiquent les interactions entre ces différents groupes de domaines.

Annexe 5 : Curriculum vitae

<p>Marine GRANDGEORGE Kermorio 56440 Languidic 06.89.94.01.50 marine.grandgeorge@wanadoo.fr 28 ans, vie maritale</p>		<p>http://relationenfantanimal.blogspot.com</p>
---	---	--

Domaines de connaissances

Ethologie animale et humaine
 Relations homme-animaux

Troubles du spectre autistique
 Méthodes d'éthologie et de psychologie

Compétences

ORGANISATION DE TRAVAIL

Etat des lieux et examen de faisabilité
 Réponses aux appels d'offre
 Mobilisation de partenaires et de capitaux
 Planification de projet et coordination
 Encadrement individuel et d'équipe

COMMUNICATION/EVENEMENTIEL

Rédaction de documentation à diffusion interne et externe
 Formation avec création de supports, enseignement et évaluation
 Organisation d'événementiels (Forum Docteurs & Entreprises, International Ethological Conference)
 Valorisation des connaissances (publication, conférence, animation de blog, média, vulgarisation)

OUTILS

Ethologie/Psychologie: questionnaire, entretien, observation, vidéo
Statistique: Minitab, Statistica
Outils éditoriaux: Microsoft Office, End Note, veille électronique
Organisation: Gantt project, Free Plan, Free Mind
Anglais courant: parlé, écrit

Expériences professionnelles

- 2010 - Attachée Temporaire à l'Enseignement et à la Recherche**
 2008 EA 1285, LESTIC, Université Bretagne Sud
 Licence 1 Action Sociale et Management (techniques d'entretien, psychopathologie)
- 2010- Chargée de projet recherche**
 2006 Le lien à l'animal permet-il une récupération sociale et cognitive chez l'enfant autiste?
 GIS Cerveau Comportement Société (UMR 6552, Ethologie Animale et Humaine, Univ. Rennes 1 / CRPCC, Univ. Rennes 2 / CHU G. Rénier / Centre de Ressource Autisme Bretagne)
 Développement/réalisation d'un projet multidisciplinaire (éthologie, pédopsychiatrie et psychologie)
 Mise en place de questionnaires parentaux (>200), questionnaires, observation directe et par vidéo
- 2009 Chargée d'enseignement vacataire**
 UMR 6552, Ethologie Animale et Humaine, Université Rennes 1
 Master2 Comportement Animal & Humain (Ethologie & thérapies assistées par l'animal)

- 2007 Chargée d'enseignement vacataire**
 Université Catholique de l'Ouest (Guingamp)
 Licence 3 de Psychologie & Carrières sociales (Communication et Langage)
- 2006 Chargée de recherche stagiaire**
(5 mois) Evolution des communautés d'oiseaux britanniques au cours du 20^{ème} siècle
 DEPE (Strasbourg) et CEH (Edinbourg)
- 2005 - Responsable des gestions et des expéditions**
2000 Burger SA, leader européen d'accessoires en bois (Lièpvre, 68)
(8 mois) Suivi des expéditions de commandes et management d'une équipe de 20 personnes

Formations

FORMATIONS UNIVERSITAIRES

- 2010 - Doctorat de psychologie du développement** (Univ. Haute Bretagne, Rennes)
- 2006** Le lien à l'animal permet-il une récupération sociale et cognitive chez l'enfant autiste?
 Soutenance programmée en novembre 2010
- 2006 Master 2 Recherche Ecophysiologie & Ethologie** (Univ. Pasteur, Strasbourg)
- 2005 Maîtrise Biologie des populations & écosystèmes** (Univ. Pasteur, Strasbourg)
- 2004 Licence de Biologie cellulaire et physiologie** (Univ. Pasteur, Strasbourg)

FORMATIONS CONTINUES

- 2010** Optimiser sa stratégie de communication
- 2008** Management / Gestion de projet / Communication scientifique (anglais & français)
- 2006** Ethologie du cheval / Outils de gestion bibliographique

Informations complémentaires

- Stage volontaire**
- Université: stratégies sociales (primates), déplacements collectifs (oies)
 - Laboratoire: techniques expérimentales en virologie
 - Parc: enrichissement de l'environnement de loutres en captivité
 - Ecole: animation scientifique
- Associatif**
- D2R2, association des doctorants de Rennes 2, présidente 2008/2010
 - Nicomaque, pôle rennais des associations de doctorants, vice-présidente 2008
 - Confédération des Jeunes Chercheurs, membre
 - Société Française de l'Etude du Comportement Animal (SFECA), membre
- Mandat**
- Conseil unité UMR 6552, membre élue
 - Conseil scientifique Rennes 2, membre du bureau 2008-2010
 - Conseil Ecole Doctorale SHS, Rennes 2, UBS, UBO, membre élue
- Création**
- Logo et affiche de l'IEC 2009, très court métrage, blogs
- Loisirs**
- Voyage, littérature, photographie, cinéma, concert, randonnée, gastronomie

Annexe 6 : Liste des publications et des communications

1. Publications scientifiques avec comité de lecture

Grandgeorge M, Deleau M, Lemonnier E, Hausberger M (Soumis) The Strange Animal Situation

Grandgeorge M, Deleau M, Lemonnier E, Tordjman, S, Hausberger M. (Soumis) Children with autism face with a non familiar pet: application of the Strange Animal Situation test

Grandgeorge M, Tordjman S, Lazartigues A, Lemonnier E, Deleau M, Hausberger M (Soumis) Pets improve social skills in children with autism. The first scientific evidence

Grandgeorge, M (2010) Influence de facteurs environnementaux sur le développement langagier des enfants avec troubles du spectre autistique. Actes de congrès 10^{ème} Université d'automne de l'ARAPI. 25 : 89-93.

Grandgeorge M, Hausberger M, Deleau M, Tordjman S, Lazartigues A, Lemonnier S (2009) Environmental Factors Influence Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. Plos One 4 (4), e4683.

Grandgeorge M, Wanless S, Dunn TE, Maumy M, Beaugrand G, Grémillet D (2008) Resilience of the British and Irish seabird community in the twentieth century. Aquatic Biology. 4 : 187 - 199.

2. Conférence invitée

Grandgeorge M (2009) Autistic children and pets relationships. PhD annual meeting, Neuchâtel, Suisse, 28 avril

3. Communications orales

Hausberger M, **Grandgeorge M** (2010) New perspectives on human-horse relationships: Their application to the therapeutic context. First Therapeutic Riding International Congress, Turin, Italy, 15-16 octobre.

Grandgeorge M, Hausberger M (2010) Therapies assisted by animals: a critical review. EAAP 2010, 61st Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Heraklion, Crete Island, Greece, 23-27 août.

Grandgeorge M, Deleau M, Lemonnier E, Hausberger M (2010) The Strange Animal Situation. 12th IAHAIO conference: people & animals for life, Stockholm, Swenden, 1-4 juillet.

Grandgeorge M, Lemonnier E, Tordjman S, Deleau M, Hausberger M (2009) Autistic children and pets: What types of interactions? A parent survey. 31st International Ethological Conference, Rennes, 19-24 août.

Grandgeorge M, Tordjman S, Deleau M, Lemonnier E, Hausberger M (2009) Diversité d'approches et d'interactions utilisées par les enfants de 6 à 12 ans face à un animal. Multimod 2009, Montpellier, 9-11 Juillet.

Grandgeorge M, Hausberger M, Tordjman S, Deleau M, Lazartigues A, Lemonnier E (2009) Influence de facteurs environnementaux sur le développement langagier des enfants avec troubles du spectre autistique. 5^{ème} Congrès de Psychologie de la Santé de Langue Française Comportements de santé et facteurs de risques individuels et collectifs, Rennes, 24 – 26 juin.

4. Séminaire invité

Grandgeorge M (2009) Les relations entre enfants autistes et animaux domestiques. Université d'Amiens, 2 avril.

5. Posters

Grandgeorge M, Bourreau, Y, Deleau, M, Hausberger M (2010) Une nouvelle méthode d'investigation de la personnalité des enfants : The *Strange Animal Situation Test*. Le développement du jeune enfant : les apports de la recherche, Nantes, 7-8 juin.

Grandgeorge M, Hausberger M, Tordjman S, Deleau M, Lemonnier E (2010) Influence de facteurs environnementaux sur le développement langagier des enfants avec troubles autistiques. Le développement du jeune enfant : les apports de la recherche, Nantes, 7-8 juin.

Grandgeorge M, Hausberger M, Tordjman S, Deleau M, Lemonnier E (2009) Influence de facteurs environnementaux sur le développement langagier des enfants avec troubles autistiques". 10^{ème} Université d'Automne de l'ARAPI, Le Croisic, 6-10 octobre.

Grandgeorge M, Hausberger M, Tordjman, S, Deleau, M, Lemonnier E (2009) Environmental factors influence language development in children with Autism Spectrum Disorders. Innovative Research in Autism Congress, Tours, 15-17 avril.

Grandgeorge M, Lemonnier E, Tordjman S, Deleau M, Hausberger M (2009) Autistic children and familiar animals: What types of interactions? A parent survey. 17th European Congress of Psychiatry, Lisbonne, Portugal, 24-28 janvier.

6. Grand public - Vulgarisation

- Radio, télévision, conférences grand public

Grandgeorge M (2008) L'animal de compagnie est-il bénéfique pour les enfants autistes ?
Présentation de 9 projets de doctorants bretons à Océanopolis, Brest, 17 novembre, diffusée en direct sur Internet.

Emission de radio "Et si c'était ça le bonheur" (2008, Europe 1) : Intervention dans l'émission "Mon animal me fait-il du bien au moral ?" dans la chronique le blog du jour

- Internet, journaux, posters

Grandgeorge M (2010) Expert sur la relation homme-chat. Magazine 30 millions d'amis, octobre.

Grandgeorge M (2009) Un chien qui (lui) aille. Interview, magazine *Déclat sur le handicap*, mars-avril.

Grandgeorge M (2008) L'enfant autiste peut-il récupérer des fonctions cognitives et sociales par le lien à l'animal ? 10^{èmes} Doctoriales de Bretagne, Brest, 20 novembre.

Interview sur le blog médiation animale (2008)

Grandgeorge M (2008) L'enfant autiste peut-il récupérer des fonctions cognitives et sociales par le lien à l'animal ? Université de Rennes 2, 26-30 janvier

7. Dans le cadre du monde associatif

Forum Docteurs & Entreprises (2010, Rennes)

Participation à une table ronde : "valoriser les compétences du docteur, place à la pratique"

Doctoriales (2009, St Malo)

Intervenante à la journée : poursuite de carrière des docteurs et projet professionnel

Forum emploi (2008, Rennes)

Organisation d'une table ronde, participation aux tables rondes, tenue du stand D2R2

Salon Européen de la Recherche et de l'Innovation (2008, Paris)

Participation à la table ronde organisée par le Ministère de la Recherche : "un doctorat comment ça marche? Le tissu associatif des jeunes chercheurs"

Résumé

Cette recherche s'articule autour d'un objectif central, celui des apports éventuels de la relation aux animaux pour les enfants avec autisme. Pour répondre cette question complexe, nous avons rassemblé des compétences pluridisciplinaires (éthologie, psychologie, pédopsychiatrie) et utilisé leurs méthodologies : évaluation clinique, questionnaire, observation en condition habituelle et expérimentation. Nous avons aussi étudié un groupe contrôle d'enfants typiques pour une approche comparative. Nos résultats montrent que les enfants avec autisme sont sensibles à leur environnement social, leur développement langagier étant lié au niveau d'éducation de leurs parents. De plus, les animaux familiers pourraient être des partenaires "sociaux". Les interactions entre les enfants avec autisme et leurs animaux sont diverses, influencées par les caractéristiques des deux partenaires et de leur environnement. L'observation des interactions avec les chiens familiers révèle que les enfants, quelque soit leur diagnostic, ne diffèrent pas dans leurs comportements tournés vers l'animal. Les chiens, quant à eux, semblent moins interagir avec les enfants avec autisme. En parallèle, notre méthode de la *Strange Animal Situation*, a permis l'étude des comportements de l'enfant face à un animal non familier. Il révèle l'existence de profils comportementaux généraux avec une continuité entre les comportements des enfants typiques et avec autisme. Dans cette situation, une partie des enfants avec autisme présente un biais attentionnel vers les êtres humains. Pour finir, nous avons montré un lien entre l'arrivée d'un animal dans une famille et l'amélioration de compétences sociales des enfants avec autisme. Via une approche pluridisciplinaire, cette recherche contribue à la compréhension des relations entre les enfants avec autisme et les animaux de compagnie, tout en donnant des pistes de réflexion pour les interventions assistées par l'animal.

Mots-clés: autisme, relation enfant-animal, interaction, approche pluridisciplinaire, intervention assistées par l'animal

Summary

The central aim of this research project was to evidence possible influences of relationships with animals on children with autistic disorders. To investigate this complex issue, we drew on multidisciplinary (ethological, psychological and child psychiatric) competences and used their different methodologies, *i.e.* clinical evaluation, questionnaires and observation under everyday and experimental conditions. I compared these data for children with autism to data for a control group of children developing typically. The results revealed that children with autism are receptive to their social environment, the development of their early language being correlated to their parents' education. In addition, pets can be considered as 'social' partners. Interactions between children with autism and their pets are varied and are influenced at the same time by the characteristics of both partners and by their social environment. Observations of interactions with pet dogs revealed that diagnosis did not influence significantly the behaviour of children towards their dog. However, dogs seem to interact less with children with autism than with other children. At the same time, our method of the *Strange Animal Situation*, enabled me to study the behaviour of children encountering an unfamiliar animal. I could thus establish several general behavioural profiles stressing continuity between children developing typically and children with autism. In this experimental situation the attention of some children was biased towards human beings. Lastly, I found a link between the arrival of a pet in a family and the improvement of some of the social competences of children with autism. Thus by adopting a multidisciplinary approach, this thesis contributes to the understanding of relationships between children with autism and pets, and provides food for thought concerning animal-assisted interventions.

Key words: autism, animal-child relationships, interaction, multidisciplinary approach, animal-assisted intervention